



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

**Escola Superior d'Enginyeries Industrial,
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa**

RECUPERACIÓ VIRTUAL DE PATRIMONI INDUSTRIAL I CULTURAL.

LA COLÒNIA SEDÓ D'ESPARREGUERA

Titulació: Grau en Enginyeria de Disseny Industrial i Desenvolupament del Producte

Escola: ESEIAAT

Alumne: Miquel Rey Bernadich

Director del TFG: Jordi Voltas Aguilar

Convocatòria: Setembre 2019

SUMARI

Resum /abstract:	12
Paraules clau:	12
1. Introducció:	13
1.1. Justificació del tema del TFG	13
1.2. Situació actual de la protecció del patrimoni industrial	14
1.3. Àmbit general del estudi d'investigació	15
1.4. Objectius que es persegueixen amb la investigació	16
1.5. Metodologia a seguir durant la investigació	17
1.5.1. Delimitació geogràfica de l'estudi	17
1.5.2. Diagrama de Gantt	18
1.5.3. Estructura del treball	19
1.5.4. Equip de treball	19
2. Marc teòric i conceptual del patrimoni industrial arquitectònic:	20
2.1. El patrimoni Industrial	20
2.1.1. La importància de protegir el patrimoni industrial	20
2.1.2. Turisme industrial	22
2.1.3. El patrimoni Cultural	23
2.1.4. El patrimoni mundial	24
2.2. Evolució de la arquitectura industrial	25
2.2.1. Període pre-industrial, fins final del segle XVIII	25
2.2.2. Període 1800-1900. Primera revolució Industrial	30
2.2.3. Període 1900-2000: Arquitectura moderna	32
2.3. Intervencions Virtuals	33
2.3.1. Introducció a les intervencions virtuals	33
2.3.2. Diferents mètodes d'intervencions virtuals	33
2.3.3. Intervencions de conservació a Catalunya	38
2.4. Tractament i protecció Jurídica del patrimoni Industrial	39
2.4.1. Legislació nacional	39
2.4.2. Legislació autonòmica a Catalunya	40
3. Les colònies tèxtils, un model particular	42
3.1. Definició de colònia industrial	42
3.2. Evolució dels models de poblament	43
3.3. Diferents plans urbans	46
3.4. Tipologies de colònies industrials	47

3.4.1. Colònies mineres.....	47
3.4.2. Colònies agrícoles.....	48
3.4.3. Colònies químiques	49
3.4.4. Colònies industrials tèxtils.....	49
3.5. Espais de les colònies tèxtils	50
4. Estudi del cas. Intervenció en el patrimoni arquitectònic.....	52
4.1. Metodologia	52
4.1.1. Introducció	52
4.1.2. Elecció de conjunts a estudiar i l'època	52
4.1.3. Elecció de mètode de virtualització i software	55
4.1.4. Restauració amb impressió 3D.....	57
4.1.5. Producte final i validació del resultat.....	58
4.2. El nostre cas, la Colònia Sedó.....	59
4.2.1. Introducció	59
4.2.2. Història de la Colònia Sedó	60
4.2.3. Poblament de la colònia.....	62
4.2.4. Estructura i funcionament de la fàbrica.....	63
4.2.5. Altres colònies industrials de l'època.....	65
4.3. L'energia hidràulica	67
4.3.1. Que és l'energia hidràulica.....	67
4.3.2. Ús de l'energia hidràulica.....	68
4.3.3. Aprofitament de l'aigua del riu Llobregat	69
4.3.4. Les turbines hidràuliques	72
4.3.5. La turbina de la colònia Sedó	78
4.4. Arquitectura industrial a la Colònia	82
4.4.1. Introducció	82
4.4.2. L'aqüeducte de la Colònia	83
4.4.3. Altres elements a destacar de la colònia	84
4.5. Consultes realitzades.....	85
4.5.1. Entrevista a Josep Maria Cobos de l'associació amics de la Colònia Sedó.....	85
5. Metodologia per recuperar i posar en valor el patrimoni industrial.	88
5.1. Estudi del Terreny	88
5.2. Desenvolupament del aqueducte	93
5.2.1 Estudi dels materials:	93
5.2.2 Modelat:	93
5.2.3 L'entorn de la colònia:.....	97

5.2.4 Renderitzat:	99
5.2.5 Textures i materials:	103
5.2.6 Model final:	108
5.2.7 Comparativa:	109
5.3. Desenvolupament de la turbina.....	111
5.3.1 Estudi dels materials:	111
5.3.2 Modelat:	111
5.3.3 Renderitzat:	116
5.3.4 Model final:	118
5.3.5 Comparativa:	119
5.3.6 Animació funcionament turbina:	122
5.4. Realitat Augmentada.....	127
5.5. Impressió 3D.....	129
6. Resultats	131
6.1. Divulgació dels resultats.....	131
6.2. Pàgina Web	132
6.2.1 Estructura de la pàgina web:.....	132
6.2.1 Wireframe:	133
6.2. Pressupost:	134
7. Conclusions	136
8. Agraïments	137
9. Referències Bibliogràfiques	138

SUMARI DE FIGURES

Figura 1. Pont de Biscaia. Font: mivijaje.com	14
Figura 2. Parc Geològic del Solsonès. Font: patrimonigeominer.eu	15
Figura 3. Terreny entre la Colònia Sedó i la presa del Cairat. Font: icc.cat.....	17
Figura 4. Equipaments culturals de l'Agència Catalana del Patrimoni Cultural. Font: cultura.gencat.cat	21
Figura 5. Molí de Cavila des de l'aire. Font: ines.es	22
Figura 6. Mont Rushmore. Font: maravillas-del-mundo.com.....	23
Figura 7. Hospital de Sant Pau. Font: machbel.com	24
Figura 8. Exemple de llinda. Font: Pinterest.es.....	25
Figura 9. Exemple de arquitrau. Font: lafronteradelduero.com.....	25
Figura 10. Exemple de cúpula. Font: glosarioarquitectonico.com.....	25
Figura 11. Exemple d'arc. Font: escuela2punto0.edu.....	25
Figura 12. Stonehenge Font: english-heritage.org.....	26
Figura 13. Partenó d'Atenes. Font: mivijaje.com.....	26
Figura 14. Cúpula Partenó de Romà. Font: enroma.com.....	27
Figura 15. Catedral Santiago Compostela. Font: Santiago-tours.es.....	28
Figura 16. Catedral Notre Dame París. Font: parisciudad.com.....	29
Figura 17. Frontal Palau Medici. Font: pinterest.es	29
Figura 18. Galeria de màquines. Font: researchgate.net.....	30
Figura 19. Torre Eiffel. Font: Pinterest.es	31
Figura 20. Ciutat de Chicago. Font: pinterest.es	32
Figura 21. Cadira Bertil. Font: silicon.es.....	34
Figura 22. Colisseu de Roma. Font: omeka.wellesley.edu	35
Figura 23. Tomba Tu Duc (1). Font: artsandculture.google.com	35
Figura 24. Tomba Tu Duc (2). Font: artsandculture.google.com	35
Figura 25. Mesquita de les omeies. Font: artsandculture.google.com.....	36
Figura 26. Interior església Jesuïtes Toledo. Font: smartcoolture.com	37
Figura 27. Realitat augmentada en una revista de cotxes. Font: alejandrocobo.com	38
Figura 28. Mapa del patrimoni industrial de Catalunya. Font: mnactec.cat.....	38
Figura 29. Imatge de la Colònia New Lanark. Font: newlanark.org	42
Figura 30. Imatge de la Colònia Saltaire. Font: knitforpeace.org.....	43
Figura 31. Imatge d'una ciutat neolítica. Font: escuelaipedia.com	44

Figura 32. Imatge d'una ciutat grega. Font: lahistoriayotrosuentos.es	44
Figura 33. Imatge d'una ciutat romana. Font: hisotriadelarteteruel.es	45
Figura 34. Imatge d'una ciutat medieval. Font: unprofesor.com	45
Figura 35. Imatge d'una ciutat industrial. Font: vicentecamarasa.wordpress.com.....	46
Figura 36. Imatge Mines de Surroca. Font: mnactec.cat	48
Figura 37. Imatge colònia agrícola Graugés. Font: mnactec.cat	48
Figura 38. Imatge colònia química a Flix. Font: recordandoflix.blogspot.com	49
Figura 39. Imatge colònia tèxtil Cal Prat. Font: planur-e.es	50
Figura 40. Plànol de la Colònia Sedó. Font: Museu de la Colònia Sedó	51
Figura 41. Imatge aèria Colònia Sedó (1896). Font: Museu de la Colònia Sedó	53
Figura 42. Imatge aèria Colònia Sedó (1912). Font: Museu de la Colònia Sedó	53
Figura 43. Imatge de l'aqüeducte (1930). Font: Museu de la Colònia Sedó	54
Figura 44. Imatge aèria Colònia Sedó (1930). Font: Museu de la Colònia Sedó	54
Figura 45. Interfície del programa 3ds Max. Font: Pròpia	56
Figura 46. Interfície del programa SolidWorks. Font: Pròpia.....	56
Figura 47. Interfície del programa AutoCAD amb CivilCad. Font: Pròpia.....	57
Figura 48. Impressió 3D del patrimoni cultural. Font: cincodias.elpais.com	57
Figura 49. Dibuix que representa el projecte de Miquel Puig (1850). Font: Museu Colònia Sedó	60
Figura 50. Imatge roda hidràulica. Font: www.curiosfera.com	61
Figura 51. Motlle de fusta per a una de les turbines Francis. Font: Museu de la Colònia Sedó .	61
Figura 52. Imatge aèria Colònia Sedó (1940). Font: Museu de la Colònia Sedó	62
Figura 53. Imatge de la vida Social en la Colònia Sedó. Font: Arxiu Municipal d'Esparreguera .	63
Figura 54. Dibuix de les seccions de la Colònia Sedó. Font: Museu de la Colònia Sedó	64
Figura 55. Dibuix de l'església completa. Font: wikiarquitectura.com	65
Figura 56. Cripta de la Colònia Güell. Font: rutasconhistoria.es.....	65
Figura 57. Colònia Can Bros (Martorell). Font: poblesdecatalunya.cat	66
Figura 58. Presa Kariba Dam, Zimbabwe. Font: energiasolarhoy.com	67
Figura 59. Il·lustració colònies tèxtils al riu Llobregat. Font: Museu Colònia Sedó.....	68
Figura 60. Presa de Broquetes (1912). Font: Museu Colònia Sedó.....	69
Figura 61. Presa del Cairat. Font: Museu de la Colònia Sedó.....	70
Figura 62. Recorregut de l'aigua (1). Font: Museu de la Colònia Sedó	71
Figura 63. Recorregut de l'aigua (2). Font: Museu de la Colònia Sedó	71
Figura 64. Roda hidràulica eix vertical. Font: adurcal.com	72
Figura 65. Turbina d'acció. Font: areatecnologia.com.....	73

Figura 66. Turbina de reacció. Font: areatecnologia.com	73
Figura 67. Relació salt d'altura i cabal. Font: areatecnologia.com	74
Figura 68. Esquema funcionament turbina Pelton. Font: researchgate.net.....	74
Figura 69. Esquema i imatge turbina Kaplan. Font: areatecnologia.com	75
Figura 70. Esquema funcionament turbina Francis. Font: informe34mh.blogspot.com	76
Figura 71. Turbina Francis. Font: areatecnologia.com	78
Figura 72. Turbina Francis Colònia Sedó. Font: MNACTEC.cat.....	79
Figura 73. Dibuix Turbina Planas. Font: Museu de la Colònia Sedó	80
Figura 74. Presa del Cairat (1912). Font: enciclopedia.cat.....	81
Figura 75. Interior canal d'alimentació. Font: Colònia Sedó	81
Figura 76. Canal d'alimentació descobert. Font: fontsaigua.wordpress.com.....	81
Figura 77. Masia Can Fàbregas Del Bosc (L'Ametlla del Vallès). Font: es.vallesrural.cat.....	82
Figura 78. Vista de l'aqüeducte l'any 1930. Font: Museu de la Colònia Sedó.	83
Figura 79. Edifici de regulació hidràulica. Font: Museu de la Colònia Sedó.....	83
Figura 80. Casa del amo. Font: Pròpia.....	84
Figura 81. Església Colònia Sedó. Font: poblesdecatalunya.cat.....	84
Figura 82. Tres xemeneies de la colònia. Font: Museu Colònia Sedó	84
Figura 83. Mapa topogràfic espai Colònia Sedó. Font: Museu de la Colònia Sedó.....	88
Figura 84. Mapa topogràfic espai Colònia Sedó. Font: Museu de la Colònia Sedó.....	88
Figura 85. Mapa topogràfic espai presa del Cairat. Font: Museu de la Colònia Sedó	89
Figura 86. Esquema recorregut de l'aigua. Font: Pròpia.....	90
Figura 87. Malla del terreny. Font: Google Earth.....	91
Figura 88. Malla del terreny. Font: Google Earth.....	91
Figura 89. Malla del terreny AutoCad. Font: Pròpia	91
Figura 90. Malla del terreny 3ds Max. Font: Pròpia.....	92
Figura 91. Malla del Terreny i riu Llobregat, 3ds Max. Font: Pròpia	92
Figura 92. Mesurament amb Google Earth. Font: Pròpia	94
Figura 93. Croquis amb Línies i arcs. Font: Pròpia	94
Figura 94. Operació extrudir. Font: Pròpia.....	94
Figura 95. Primers sòlids de l'aqüeducte. Font: Pròpia.....	95
Figura 96. Modelat de l'aqüeducte després de l'operació "blend". Font: Pròpia	95
Figura 97. Modelat d'elements secundaris. Font: Pròpia	96
Figura 98. Modelat de l'escala. Font: Pròpia.....	96
Figura 99. Edifici de regulació del cabal.. Font: Pròpia	96
Figura 100. Modelat final de l'aqüeducte. Font: Pròpia	96

Figura 101. Vista frontal de l'aqüeducte. Font: Pròpia	97
Figura 102. Vista superior de l'aqüeducte. Font: Pròpia.....	97
Figura 103. Modelat de la Colònia Sedó. Font: Pròpia.....	98
Figura 104. Modelat de la zona d'habitatges de la colònia. Font: Pròpia.....	98
Figura 105. Modelat de la zona de producció de la colònia. Font: Pròpia.....	99
Figura 106. Comparació de canals. Font: rendermotion.com.....	100
Figura 107. Render Setup Arnold (aqüeducte). Font: Pròpia.....	100
Figura 108. Camara (AA). Font:docs.arnoldrenderer.com.....	101
Figura 109. Diffuse. Font:docs.arnoldrenderer.com.....	101
Figura 110. Specular. Font:docs.arnoldrenderer.com	102
Figura 111. Transmission. Font:docs.arnoldrenderer.com.....	102
Figura 112. Sub Surface Scattering. Font:docs.arnoldrenderer.com	102
Figura 113. Volume Indirect. Font:docs.arnoldrenderer.com	103
Figura 114. Estructura del Physical Material. Font: knowledge.autodesk.com.....	103
Figura 115. Canals i paràmetres Physical Material. Font: Pròpia.....	104
Figura 116. Materials entorn aqüeducte. Font: Pròpia.....	104
Figura 117. Materials secundaris aqüeducte. Font: Pròpia	105
Figura 118. Material pedra principal aqüeducte. Font: Pròpia	105
Figura 119. Material pedra primer arc aqüeducte. Font: Pròpia	106
Figura 120. Material maó principal aqüeducte. Font: Pròpia	106
Figura 121. Posicionament del gizmo del modificador UVW Map. Font: knowledge.autodesk.com	107
Figura 122. Render final aqüeducte. Font: Pròpia	108
Figura 123. Render final aqüeducte (2). Font: Pròpia	108
Figura 124. Comparativa aqüeducte (1). Font: Pròpia.....	109
Figura 125. Comparativa aqüeducte (1). Font: Pròpia.....	110
Figura 126. Plànol lateral de la turbina. Font: Museu Colònia Sedó.....	112
Figura 127. Plànol planta de la turbina. Font: Museu Colònia Sedó.....	112
Figura 128. Operació recobrir. Font: Pròpia.....	112
Figura 129. Modelat turbina. Font: Pròpia.....	113
Figura 130. Modelat turbina (interior). Font: Pròpia	113
Figura 131. Modelat mecanisme apertura vàlvula. Font: Pròpia.....	113
Figura 132. Modelat engranatge. Font: Pròpia	113
Figura 133. Modelat rodes i politges. Font: Pròpia.....	114
Figura 134. Mecanisme rodet. Font: Pròpia.....	114

Figura 135. Modelat regulador de velocitat del rodet. Font: Pròpia	115
Figura 136. Modelat del conjunt de la turbina complet, captura de pantalla. Font: Pròpia	115
Figura 137. Render Setup Arnold (turbina). Font: Pròpia	116
Figura 138. Material ferro fos. Font: Pròpia.....	116
Figura 139. Materials auxiliars de la turbina. Font: Pròpia	117
Figura 1409. Textures dels materials fusta, ferro i ciment. Font: textures.com.....	117
Figura 141. Render final de la Turbina Planas (frontal). Font: Pròpia.....	118
Figura 142. Render final de la Turbina Planas (lateral) Font: Pròpia	118
Figura 143. Comparació turbina (2). Font: Pròpia.....	120
Figura 144. Comparació turbina (3). Font: Pròpia.....	121
Figura 145. Comparació turbina (4). Font: Pròpia.....	121
Figura 146. Mode Set Key activat. Font: Pròpia	122
Figura 147. Set Key Filters. Font: Pròpia	122
Figura 148. Grup d'elements eix principal. Font: Pròpia.....	123
Figura 149. Línia del temps eix principal. Font: Pròpia	123
Figura 150. Gràfica de rotació respecte temps (Gir eix principal). Font: Pròpia.....	123
Figura 151. Final de línia linear. Font: Pròpia.....	124
Figura 152. Out of Range Types. Font: Pròpia.....	124
Figura 153. Grup d'elements eix superior auxiliar. Font: Pròpia	124
Figura 154. Relació de diàmetres. Font: Pròpia	124
Figura 155. Animació mecanisme apertura comporta. Font: Pròpia	125
Figura 156. Storyboard. Font: Pròpia	126
Figura 157. Codi QR de la Turbina Planas. Font: Pròpia.....	127
Figura 158. Pàgina Web després d'accedir al enllaç. Font: Pròpia	128
Figura 159. Realitat augmentada de la turbina al Jardí. Font: Pròpia.....	128
Figura 160. Anycubic i3 Mega. Font: 3dimpresora.net.....	129
Figura 161. Meitat dreta de la turbina escalada al Cura. Font: Pròpia	129
Figura 162. Vista prèvia de la impressió. Font: Pròpia.....	130
Figura 163. Models impresos en 3D. Font: Pròpia	130
Figura 164. Wireframe pàgina web (principal). Font: Pròpia.....	133

SUMARI DE TAULES

Taula 1. Diagrama de Gantt (fase de recerca). Font: Pròpia	18
Taula 2. Diagrama de Gantt (fase virtualització). Font: Pròpia	18
Taula 3. Exemples d'elements del Pla Nacional	40
Taula 4. Guió tècnic de l'animació. Font: Pròpia.....	125
Taula 5. Pressupost llicències de software. Font: Pròpia	134
Taula 6. Pressupost desenvolupament del projecte. Font: Pròpia	134
Taula 7. Pressupost final. Font: Pròpia.....	135

Resum /abstract:

Aquest treball acadèmic ha consistit en l'estudi i anàlisi de l'herència industrial de la història i en particular de la Colònia Sedó, per poder fer-ne una recreació virtual. Tot utilitzant diversos mètodes moderns i innovadors per ajudar a transmetre el seu valor a qualsevol ciutadà del món. Per poder aconseguir el resultat desitjat s'han realitzat visites al Museu de la Colònia Sedó, el MNACTEC, l'arxiu municipal d'Esparreguera, la Colònia Sedó, i a altres colònies de la conca del riu Llobregat. S'han fet també reunions amb l'Associació d'Amics de la Colònia Sedó, per tal d'intentar aprofitar el material creat en el projecte, i ajudar així a una possible modernització del museu.

Este trabajo académico ha consistido en el estudio y análisis de la herencia industrial de la historia y en particular de la Colonia Sedó, para poder hacer una recreación virtual. Utilizando varios métodos modernos e innovadores para ayudar a transmitir su valor a cualquier ciudadano del mundo. Para poder conseguir el resultado deseado se han realizado visitas al Museo de la Colonia Sedó, el MNACTEC, al archivo municipal de Esparreguera, la Colonia Sedó, y a otras colonias de la cuenca del río Llobregat...Se han hecho también reuniones con la Asociación de Amigos de la Colonia Sedó, para intentar aprovechar el material creado en el proyecto, y ayudar así a una posible modernización del museo.

This academic work has consisted of the survey and analyses of the industrial heredity of the history, and in particular of the Colònia Sedó, to be able to do a virtual recreation. Everything using modern and innovative methods to aid at transmitting the value at any citizen in the world. To be able to achieve the result desired, have realized visits at the Museum of the Colònia Sedó, MNACTEC, the municipal archive of Esparreguera, the Colònia Sedó, and at other colonies of the basin of the river Llobregat... Have done also meetings with the Association of Friends of the Colònia Sedó, to try to take advantage of the material created at the project, and thus help a possible modernization of the museum.

Paraules clau:

Patrimoni Industrial, energia hidràulica, recursos naturals, revolució industrial, arquitectura industrial.

1

INTRODUCCIÓ

1. Introducció:

Actualment vivim en un món cada cop més tecnològic, quasi tots els elements utilitzats i indústries necessiten una font d'energia per poder funcionar, la majoria d'aquests s'alimenten d'energia elèctrica, però, i abans?

Abans que s'estandarditzés arreu del món l'energia elèctrica, com es movien les grans cadenes de producció de les indústries? Cert és, que els processos de fabricació dels elements eren molt més manuals, però les màquines que ajudaven a desenvolupar la feina als treballadors com funcionaven?

Un clar exemple del funcionament d'una indústria abans de l'arribada de l'electricitat i la seva implantació a tot arreu, és la Colònia Sedó situada al municipi d'Esparreguera. Creada en un punt específic del mapa per poder aprofitar els recursos naturals, extreure energia d'ells i així poder desenvolupar un procés productiu.

En aquest projecte, es tractarà principalment el patrimoni històric i cultural de la colònia, i com podem transmetre'l a la població utilitzant eines de virtualització modernes. El projecte es centra en la recreació virtual dels elements principals de la colònia, i en la utilització d'aquest resultat per a transmetre informació als usuaris.

1.1. Justificació del tema del TFG

La Colònia Sedó d'Esparreguera va ser una de les més avançades al començament del S. XX i una de les més importants del país. Amb un mètode avançat i revolucionari en la seva època, que aprofita fins a l'última gota de l'aigua del riu Llobregat per fer funcionar tota la fàbrica i aportar llocs d'habitatge i treball a més de 1000 persones.

Crida l'atenció com sent una part tan important de la nostra història, no està gaire ben conservada. Des de la creació del museu aproximadament l'any 1980, no hi ha hagut cap altre fet o ajuda per conservar tot aquest patrimoni. Actualment a la colònia hi ha empreses que utilitzen com naus industrials els seus edificis, i elements representatius com l'aqüeducte, l'església del poble o les xemeneies estan descuidades i sense cap ús.

Com a ciutadà del poble d'Esparreguera he visitat el museu en més d'una ocasió amb l'escola i associacions del poble i sempre m'ha cridat l'atenció la seva infraestructura.

Aprofitant que ara s'està començant a desenvolupar diferents plans per a preservar i transmetre el patrimoni de la colònia. L'objectiu del projecte és principalment donar un cop de mà per ajudar a transmetre tot aquest patrimoni infravalorat mitjançant mètodes utilitzats durant els estudis universitaris.

1.2. Situació actual de la protecció del patrimoni industrial

El canvi que la nostra societat ha experimentat durant els darrers anys, ha provocat que les restes de les antigues industrialitzacions siguin considerades com a elements de Patrimoni Cultural, i ens ajudi a observar els processos econòmics que han transformat la humanitat. En el nostre país, igual que a la resta del món, no es valora igual aquest Patrimoni Industrial a tots els indrets.

La Llei del Patrimoni Històric de 1985 (1) és la base general per la consideració normativa del patrimoni històric. A part d'aquesta llei, existeixen diferents reglaments a les comunitats autònomes sobre política de patrimoni i protecció d'aquesta.

L'any 2006 la UNESCO (2) va aprovar el reconeixement internacional del primer element de patrimoni industrial d'Espanya, el "Pont de Biscaia" (3). Però a pesar de la importància d'aquests fets, el patrimoni industrial a Espanya segueix sent un patrimoni incompès, i existeix una carència d'una identificació clara per aquest tipus de patrimoni en el marc normatiu i legislatiu.



Figura 1. Pont de Biscaia. Font: miviale.com

La posada en marxa del Pla Nacional de Patrimoni Industrial (PNPI) (4), va ser aprovada a principis de març de 2002 pel consell del Patrimoni Històric Espanyol i conté tots els béns industrials repartits per la península. A Catalunya s'han fet diversos treballs d'inventari respecte el patrimoni industrial de la zona. Aquests han estat duts per especialistes i tècnics del MNACTEC de Terrassa, la Universitat Politècnica de Terrassa i col·lectius com l'associació d'amics del Museu de la Ciència Tècnica.

La museïtzació d'espais industrials ocupa cada vegada més importància. Els temes amb major interès es centren en el Patrimoni Miner. L'any 2018 va tenir lloc el primer congrés de Patrimoni miner i Història de la mineria i Geologia a Catalunya (5), on entitats culturals i científiques catalanes s'uneixen per presentar projectes envers un dels patrimonis més rics de Catalunya.

Cal destacar el projecte del futur Parc Geològic i Miner del Solsonès (6). On podem trobar des dels materials més antics del Triàsic (fa 251 milions d'anys), fins als materials més moderns del Oligoceno (fa 34 milions d'ants aproximadament).



Figura 2. Parc Geològic del Solsonès. Font: patrimonigeominer.eu

Dins de tota la xarxa de museus en el país, té especial rellevància el Sistema de Museus de Patrimoni Industrial de Catalunya amb base al MNACTEC de Terrassa. Aquest sistema és l'organització museística que controla la política del patrimoni industrial a Catalunya, aquesta xarxa disposa de vint-i-tres museus.

1.3. Àmbit general del estudi d'investigació

La investigació d'aquest projecte tracta de la Colònia Sedó, la seva història, i posa èmfasi en la seva infraestructura, els seus elements característics i el sistema d'aprofitament d'energia en l'època de màxim rendiment (1920-1950).

Per aconseguir tota la informació necessària ha calgut anar a diferents museus industrials arreu de Catalunya, visitar la Colònia i el seu museu molts cops, i reunir-se amb treballadors de la colònia i membres de l'associació d'amics de la Colònia Sedó.

1.4. Objectius que es persegueixen amb la investigació

L'objectiu principal que persegueix la investigació és poder transmetre el valor del patrimoni industrial de la Colònia Sedó a les persones a partir d'una manera més visual i còmode.

Així doncs, de manera esquemàtica els objectius plantejats són els següents:

- Realització d'un estudi del patrimoni industrial actual i diferents mètodes de recuperació industrial.
- Analitzar el model de funcionament de les colònies industrials de Catalunya per entendre millor la Colònia Sedó.
- Estudi de dos dels elements més significatius de la colònia (funcionament, estructura, disseny) i representació realista dels mateixos de manera virtual.
- Transmetre a partir d'imatges realistes i animacions el procés d'aprofitament de l'aigua per extreure energia suficient per moure tota la fàbrica.
- Creació d'una pàgina web per transmetre el valor del patrimoni de la Colònia Sedó a qualsevol ciutadà amb ajuda de tots els recursos que han sigut creats durant el projecte.
- Utilització de mètodes innovadors com la realitat augmentada i la impressió 3D, per a millorar l'experiència d'usuari a l'hora de transmetre conceptes relacionats amb la colònia.
- Realització d'un projecte de recuperació virtual de forma individual aplicant les metodologies de treballs adients.

El Museu de la Colònia Sedó (7) es va inaugurar l'any 1987, i des d'aquell moment tot el material i exposicions no s'han anat actualitzant, fent que la majoria dels mètodes de transmetre la informació estiguin desfasats. En aquest museu tenim dos elements essencials, el primer és la turbina Planas real i l'altre una maqueta de l'any 1943. A part d'això té un audiovisual (que va amb carret) i plafons amb informació.

A l'observar aquests mètodes antics de transmetre la informació, es presenten una sèrie de propostes mitjançant la recreació virtual per ajudar a transmetre la informació d'una manera més clara.

1.5. Metodologia a seguir durant la investigació

1.5.1. Delimitació geogràfica de l'estudi

Per dur a terme aquest treball, s'ha delimitat geogràficament els punts que s'estudiaran i és virtualitzaran més endavant. Com aquest treball es centra en l'aprofitament de l'aigua per la creació d'energia de la Colònia Sedó, és imprescindible poder estudiar tot el recorregut de l'aigua des de la presa del Cairat fins a la mateixa colònia. Això fa que la delimitació terrenal de l'estudi sigui des de la presa fins a l'aqüeducte on es produeix el salt de l'aigua i més tard cap a la turbina.

Un cop fet l'estudi de tot aquest terreny i elements que són els principals (l'aqüeducte i la turbina) per fer la virtualització es fa necessari una mica de paisatge i poder envoltar els elements amb una simulació de com era la zona. Per això també s'estudiarà els edificis i carrers de la colònia per acompanyar als elements esmentats anteriorment a l'hora de presentar-los de manera virtual.



Figura 3. Terreny entre la Colònia Sedó i la presa del Cairat. Font: icc.cat

1.5.2. Diagrama de Gantt

Amb l'objectiu d'estructurar i organitzar el projecte s'ha dividit en dues parts. Aquestes són les mateixes amb les quals està dividida l'estructura del treball. La primera, la fase de recerca més teòrica, i la segona la fase de virtualització dels elements.

Respectar els temps d'entrega dels diferents apartats és un dels reptes del treball, ja que durant aquest, aniran sorgint diferents situacions problemàtiques que dificultaran l'entrega a temps dels apartats i poden arribar a modificar la planificació.

El treball s'ha repartit en setmanes, del març fins al setembre, l'entrega final del treball és el 30 de setembre.

Taula 1. Diagrama de Gantt (fase de recerca). Font: Pròpia

DIAGRAMA DE GANTT														
(FASE DE RECERCA)	MARÇ					ABRIL					MAIG			
	S. 1	S. 2	S. 3	S. 4	S. 5	S. 6	S. 7	S. 8	S. 9	S. 10	S. 11	S. 12	S. 13	S. 14
Recerca Patrimoni Industrial														
Arquitectura Industrial														
Intervencions de reconstrucció (virtuals)														
Estudi de les colònies industrials														
Visites a la Colònia Sedó, museu, i entrevistes														
Estudi de la colònia Sedó i els seus elements característics														
Metodologia del treball (objectius i estructura)														

Taula 2. Diagrama de Gantt (fase virtualització). Font: Pròpia

DIAGRAMA DE GANTT (FASE VIRTUALITZACIÓ)																																
(FASE VIRTUALITZACIÓ)	ABRIL					MAIG					JUNY					JULIOL					AGOST					SETEMBRE						
	\$.\$ 6	\$.\$ 7	\$.\$ 8	\$.\$ 9	\$.\$ 10	\$.\$ 11	\$.\$ 12	\$.\$ 13	\$.\$ 14	\$.\$ 15	\$.\$ 16	\$.\$ 17	\$.\$ 18	\$.\$ 19	\$.\$ 20	\$.\$ 21	\$.\$ 22	\$.\$ 23	\$.\$ 24	\$.\$ 25	\$.\$ 26	\$.\$ 27	\$.\$ 28	\$.\$ 29	\$.\$ 30	\$.\$ 31	\$.\$ 32					
Estudi del terreny i creació malla																																
Modelat de l'aqüeducte																																
Modelat turbina																																
Modelat colònia (entorn aqüedcute)																																
Animació de la turbina																																
Renderització dels elements																																
Pàgina Web																																
Presentació resultats																																

1.5.3. Estructura del treball

El treball té dues parts ben diferenciades. La primera és la part més teòrica (fase de recerca) on es fa una anàlisi del patrimoni industrial actual, durant la història i les tendències actuals de protecció d'aquest i la seva importància. També s'analitzarà l'evolució de l'arquitectura industrial al llarg dels diferents períodes fins a arribar a l'actual.

A la primera part s'analitzen les colònies tèxtils en profunditat, així com altres tipologies de colònies industrials i la importància que tenen en l'etapa de la industrialització al nostre país.

La segona part és l'estudi de camp de la Colònia Sedó, els elements escollits per virtualitzar i la difusió dels resultats. Els elements en els quals s'ha posat més èmfasi en el treball són la turbina i l'aqüeducte, ja que estan presents i són imprescindibles en el recorregut de l'aigua per la transformació d'aquesta en energia.

Aquesta segona part conté tots els passos necessaris per a dur la recreació virtual en tres dimensions. I la posterior presentació de recursos com les imatges fotorealistes, l'animació, la realitat augmentada i la impressió 3D per ajudar a transmetre informació sobre aquest patrimoni.

1.5.4. Equip de treball

Aquest projecte d'investigació ha estat realitzat per Miquel Rey Bernadich, estudiant de l'últim any del grau en Enginyeria en Disseny Industrial i Desenvolupament del Producte cursat al campus ESEIAAT de Terrassa.

El tutor del treball fi de grau és en Jordi Voltas, qui ha supervisat el treball durant tot el procés.

2

MARC TEÒRIC I CONCEPTUAL DEL PATRIMONI
INDUSTRIAL ARQUITECTÒNIC

2. Marc teòric i conceptual del patrimoni industrial arquitectònic.

2.1. El patrimoni Industrial

El Patrimoni Industrial s'ha generat a partir de la Revolució Industrial a finals del S. XVIII. Són objectes que han format part de l'activitat industrial. Està compost per maquinària, edificis característics i paisatges on es va dur a terme l'activitat industrial en els nostres pobles i les nostres ciutats. En el nostre país, molts pobles es van veure transformats per nous processos d'industrialització. Com a resultat d'aquesta activitat, molts llocs van canviar radicalment, tant de costums com de paisatge.

La definició de Patrimoni Industrial que està inclosa en el "Pla nacional del Patrimoni Industrial" posa't en marxa l'any 2000 pel ministeri de cultura espanyol diu: "S'entén per Patrimoni Industrial el conjunt d'elements d'explotació industrial, generat per les activitats econòmiques de cada societat". Aquest patrimoni respon a un determinat procés de producció, a un concret sistema tecnològic, caracteritzat per la mecanització, dins d'una manifestació de relació social capitalista.

El patrimoni Industrial està compost per diferents tipus de Patrimoni: el material (fàbriques, maquinària) immaterial (costums, paisatges).

Durant els últims anys s'han multiplicat les iniciatives de protecció i defensa del patrimoni industrial, s'han consolidat revistes electròniques, trobades científiques, associacions privades i uns altres organismes de gestió patrimonial; tot això ha suposat que els documents bibliogràfics s'hagin incrementat substancialment.

2.1.1. La importància de protegir el patrimoni industrial

La instal·lació de fàbriques i indústries va suposar una revolució pels nuclis urbans i rurals on van ser instal·lades. Tot l'ambient va ser substituït per un ambient d'industrialització i dinamisme. Les maneres de viure de les persones va canviar, provocant el creixement d'algunes poblacions i la disminució d'altres (normalment pobles al camp). Tot aquest canvi va ser tan ràpid en la nostra història que, actualment, tenim la industrialització molt interioritzada en la nostra societat, fent que el Patrimoni Industrial cada vegada estigui més integrat en la vida de les persones. La nostra societat cada vegada va adquirint més gust per tot l'industrial en general.

Amb el reconeixement i donant el valor adequat als elements més significatius del patrimoni industrial s'està provocant un canvi de mentalitat, renovant les identitats socials de les ciutats i entorns rurals, que veuen aquest patrimoni una manera de diferenciar-se de la resta en aquest món cada vegada més global.

Durant els últims anys, en el nostre país van sorgint una gran varietat d'accions per la conservació d'aquest Patrimoni Industrial. Normalment són associacions de veïns, antics treballadors i especialment administracions públiques que volen conscienciar a la societat sobre la importància de conservar aquests tipus d'elements, ja que molts corren el risc de ser enderrocats o modificats.

Durant l'època dels anys 1980 quan es va començar a enderrocar àrees industrials singulars per urbanitzar-les no hi havia cap reacció ciutadana respecte a tot aquest patrimoni. La proliferació de petits museus i iniciatives veïnals, igual que l'ajuda de grans museus de ciència i tècnica han fet que en 35 anys el concepte de patrimoni hagi canviat radicalment. Un d'aquests museus que ha apostat molt fort per la recuperació de patrimoni industrial és el Museu de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya.

El gran avantatge del patrimoni industrial és la seva facilitat de comprensió i la seva proximitat amb la vida quotidiana dels ciutadans, ja que els temes en els quals està involucrat són elements comuns de les nostres vides.

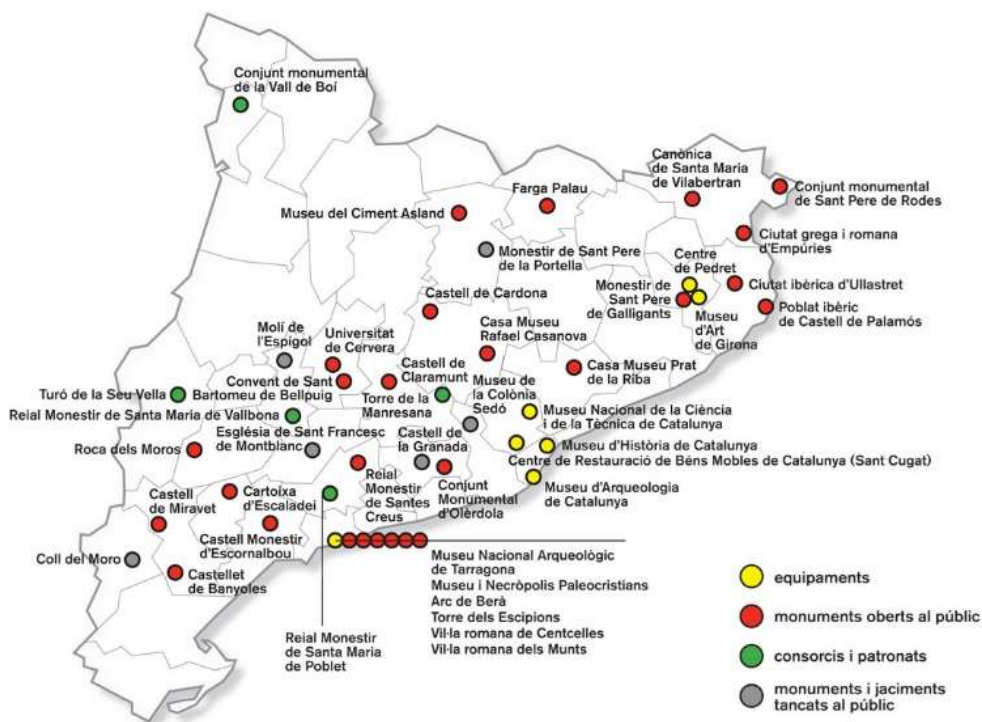


Figura 4. Equipaments culturals de l'Agència Catalana del Patrimoni Cultural. Font: cultura.gencat.cat

2.1.2. Turisme industrial

Les àrees amb patrimoni industrial es poden convertir en uns bons productes turístics per generar beneficis econòmics, ja que atrauen les famílies i normalment són comprensibles pels visitants de qualsevol nivell social i cultural. Aquest turisme fomenta la consciència respecte a la conservació del patrimoni, tant tangible com intangible.

El turisme industrial pot fer viable la combinació de vells elements amb noves i innovadores estructures, fent a les ciutats o llocs convertir-se en un exemple de regeneració urbana, com a exemple tenim les ciutats de Bilbao, Düsseldorf...

Actualment estan sorgint noves propostes de gestió per a la recuperació del patrimoni industrial a través del turisme rural, per dinamitzar les economies regionals i locals, ja que és en aquestes localitzacions on es troba més patrimoni industrial. Tots aquests ingressos per turisme signifiquen beneficis culturals, socials, i econòmics.

La ciutat de Segòvia és un bon exemple. Cada any celebren la Jornada de Turisme i Patrimoni Industrial, el seu objectiu és prendre consideració i conservar aquest llegat per preservar la identitat del territori i fer d'aquests elements un atractiu per la gent i que generi riquesa. Segòvia té un gran Patrimoni Industrial en un espai molt concentrat, destaquen el Molí de Cavila, la Fàbrica de Borra o l'aqüeducte.



Figura 5. Molí de Cavila des de l'aire. Font: ines.es

2.1.3. El patrimoni Cultural

Hem de tenir en compte que el Patrimoni Industrial forma part del Patrimoni Cultural i té els mateixos valors i importància que aquest.

El Patrimoni Cultural és subjectiu i dinàmic, ja que no depèn d'objectes o béns materials sinó dels valors que la societat atribueix a cada moment de la història passada, i són aquests els que determinen quins béns s'han de protegir i conservar. Segons l'enciclopèdia catalana el Patrimoni Cultural és el: "Conjunt de testimonis que constitueixen l'herència cultural de la societat" (Gran Enciclopèdia Catalana. Patrimoni cultural. 04-07-2018)

El patrimoni com a concepte cultural ha anat evolucionant. Inicialment es parteix de la idea tradicional, sorgida de les revolucions burgeses, segons la qual el patrimoni és constituït per tot un seguit de béns que tenen el reconeixement oficial de la col·lectivitat.

Així a determinats edificis o objectes se'ls atorga un valor especial i esdevenen els tresors més preciosos d'un poble o una cultura determinada, i, per tant han de ser preservats i llegats a les generacions futures.

La UNESCO determina que el patrimoni cultural pot ser material com monuments o llibres. O immaterial com cançons, costums o rituals. Un exemple de patrimoni cultural material és el Mont Rushmore, un monument a quatre presidents dels Estats Units i que està tallat a la roca.

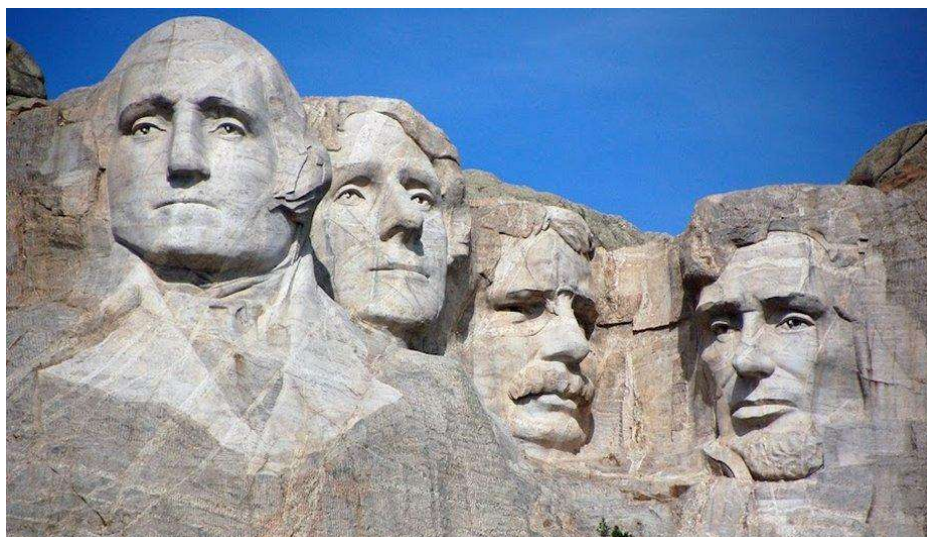


Figura 6. Mont Rushmore. Font: maravillas-del-mundo.com

2.1.4. El patrimoni mundial

La convenció sobre la Protecció del Patrimoni Mundial (1972) de la UNESCO (14) planteja que la riquesa natural és inseparable de la història i que els testimonis de l'home i de la natura constitueixen un únic patrimoni per la humanitat. En aquesta convenció també es reconeix la necessitat de conservar el patrimoni, com també que té un valor social i utilitari, el patrimoni no té sentit si la societat no l'utilitza. Això fa que sigui entès com un instrument d'educació i de desenvolupament social, econòmic i cultural.

La declaració de Patrimoni Mundial és una distinció que atorga la UNESCO (14) a aquells béns amb característiques d'excel·lent valor que els fan únics en el món. Espanya, té un total de 45 béns inscrits en la llista de Patrimoni Mundial i és el tercer país amb més béns declarats.

Des dels remots temps dels jaciments d'Atapuerca fins a l'originalitat del modernisme català passant per l'Alhambra de Granada. Tots aquests béns declarats Patrimoni Mundial ens permeten fer un recorregut per la història del nostre territori. El pensament i la forma d'actuar de cada moment es reflecteix en les restes arqueològiques, monuments, paisatges... Tot aquest llegat ens permet comprendre el nostre passat i l'evolució de la nostra cultura.

A Catalunya la UNESCO ha declarat patrimoni de la humanitat el Palau Güell, la Pedrera, el parc Güell, el monestir de Poblet, el Palau de la música Catalana, l'Hospital de Sant Pau i molts més elements...

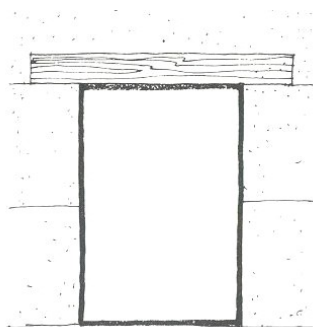


Figura 7. Hospital de Sant Pau. Font: machbel.com

2.2. Evolució de la arquitectura industrial.

2.2.1. Període pre-industrial, fins final del segle XVIII

L'arquitectura preindustrial, des de la megalítica fins la barroca, ha anat perfeccionant tècniques constructives amb fang, fusta, pedres...es tracta d'una arquitectura que crea espais amb materials tradicionals. Els recursos més utilitzats són l'arc, la cúpula, les llindes i els arquitrans.



Dintel de apoyo directo. Alzado.

Figura 8. Exemple de llinda. Font: Pinterest.es

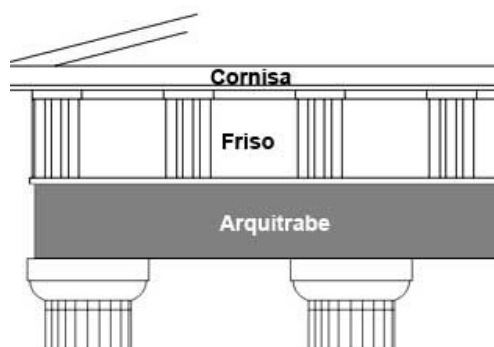


Figura 9. Exemple de arcaïon. Font: lafronteradelduero.com

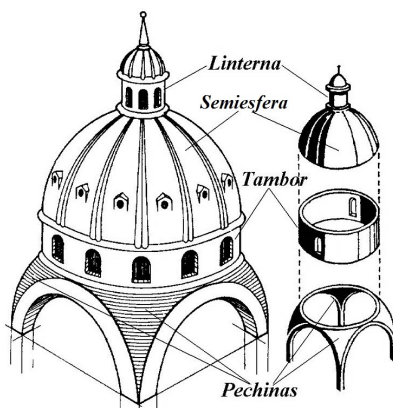


Figura 10. Exemple de cúpula. Font: glosarioarquitectonico.com

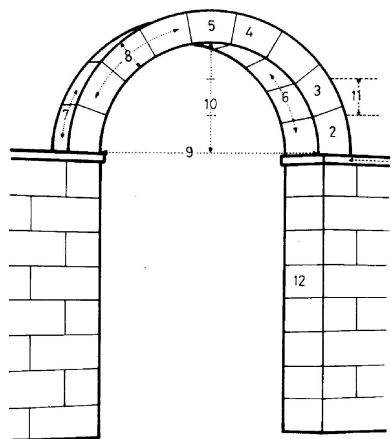


Figura 11. Exemple d'arc. Font: escuela2punto0.edu

L'arquitectura preindustrial ha anat evolucionant durant els anys. Aquí tenim un repàs d'aquesta evolució.

Arquitectura Arquitravada:

A l'etapa de la Grècia clàssica, l'Egipte faraònic coneixien i aplicaven el sistema de llindament o els arquitraus. Una llinda és un element de l'estructura d'una edificació que descansa sobre dos pilars. Es tracta de l'element superior que permet obrir forats en els murs per poder fer portes i finestres. Creaven construccions tancades, sòlides, on no era gens important l'espai. Tot va començar amb l'arquitectura megalítica europea,. Com per exemple, el Stonehenge, un monument megalític construït entre el final de l'època del Neolític i principis de l'edat del Bronze. Consisteix en gegants pedres verticals, amb una llinda al damunt d'igual mesura.



Figura 12. Stonehenge Font: english-heritage.org

Un altre exemple són les construccions de l'època grega clàssica. Normalment les seves estructures estan formades per sales rectangulars o circulars amb un sostre pla sostingut per una gran quantitat de columnes, l'objectiu era buscar l'harmonia i les proporcions.

El Partenó d'Atenes és un dels principals temples de l'antiga Grècia. Va ser construït entre els anys 447 aC i 432 aC a Atenes. La construcció està realitzada exclusivament en marbre blanc. Té 69,5 metres de llargària, 30,9 metres d'amplada, i 10,4 metres d'altura. En aquesta construcció podem observar com van utilitzar la tècnica dels arquitraus per a la seva construcció.



Figura 13. Partenó d'Atenes. Font: mivijaje.com

Arquitectura voltada:

Amb l'aparició de l'imperi Romà tot va canviar. Van començar utilitzar noves fórmules per les seves estructures. Utilitzaven l'arc, les cúpules i la volta.

Com a exemple tenim el panteó de Roma. Es va construir entre el 123 dC a 125 dC. L'espai intern té una planta circular coberta per una immensa cúpula hemisfèrica de grans dimensions, el diàmetre de l'esfera és de 43,44 metres, la mateixa dimensió que l'altura.

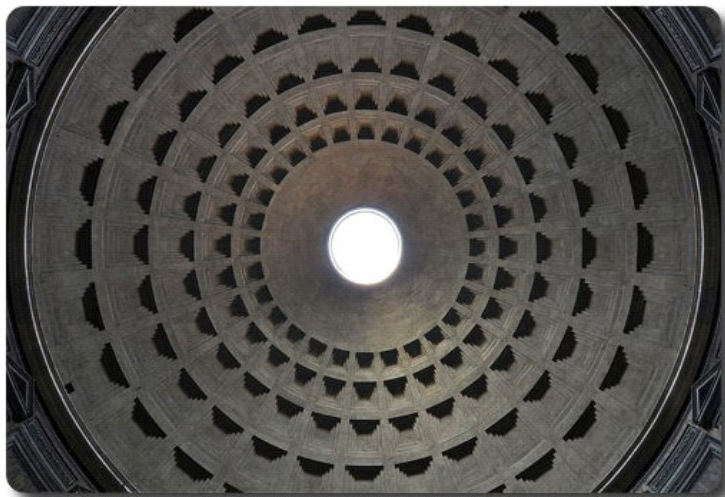


Figura 14. Cúpula Partenó de Romà. Font: enroma.com

Tots aquests estils i elements utilitzats influeixen en la posterior arquitectura medieval i en l'estil d'arquitectura Romànic.

Romànic:

L'arquitectura Romànica és un estil europeu que sorgeix quan en general totes les àrees de la societat estaven dominades per l'Església, entre elles l'art. Les construccions estan influenciades per l'arquitectura romana i islàmica, es caracteritza per la grandiositat de les catedrals, castells, monestirs...

Les principals característiques de l'estil romànic eren:

-Els edificis eren senzills i robustos.

-La planta normalment era de creu llatina, amb un nombre imparell de naus, la més gran era sempre la central.

-L'arc de mig punt, era l'element principal que sosté l'edifici, normalment es trobaven sostinguts en columnes i pilars decorats amb personatges o escenes bíbliques.

-Per últim trobem les voltes de canó, constituïdes per una successió d'arcs de mig punt.

Com a exemple d'aquest estil d'arquitectura trobem la catedral de Santiago de Compostela.



Figura 15. Catedral Santiago Compostela. Font: Santiago-tours.es

Gòtic:

Aquest estil va aparèixer per primera vegada a la ciutat de Saint Denis l'any 1137 on es va construir la primera catedral de característiques diferents de les de l'art Romànic. Aquest nou disseny va revolucionar la construcció eclesiàstica fins a tal punt de fer extingir l'estil Romànic.

Les principals característiques de l'estil Gòtic són:

-Els edificis són molt alts i de grans dimensions. Les noves tecnologies de l'època van permetre substituir les amples i baixes parets del Romànic per parets altes i estretes, ja que repartien el pes de l'estructura a altres elements i no només a les parets com feia l'estil Romànic.

-Els contraforts. Va ser la principal tècnica creada pels arquitectes per a repartir el pes i també es va convertir en un element decoratiu característic.

-L'arc apuntat o ogival. Els arcs de mig punt de l'estil Romànic es van substituir per arcs apuntats. Això permetia fer estructures més estretes i altes.

-Sostre voltat. Aquest element ajudava a repartir el pes i augmentar l'altura de les edificacions.

-Interior molt lluminós i espaiós. Les estructures comptaven amb parets o cúpules de vidre que deixaven entrar gran quantitat de llum.

-Gàrgoles: Era un dels elements gòtics més reconeguts. Tenia funció decorativa i funcional. Eren caps de criatures monstruoses que sobresortien de les canonades i servien per evacuar les aigües de les teulades.

Un exemple d'aquesta arquitectura és la catedral de Notre Dame a París.



Figura 16. Catedral Notre Dame París. Font: parisciudad.com

Renaixement (barroc):

Aquest estil de construcció es va dur entre el S. XV i S. XVI. És un moment de total ruptura amb l'estil anterior que és el Gòtic. Les principals característiques de l'arquitectura renaixentista són:

- Els murs i les columnes són els elements arquitectònics que aguanten el pes de l'estructura.
- La cúpula és l'element més utilitzat per cobrir els edificis.
- El marbre i el maó són els materials més utilitzats en la construcció d'edificis.
- L'arquitectura es divideix en religiosa i civil.

Un exemple d'aquest estil d'arquitectura és el Palau Medici Riccardi (Florència), construït entre el 1445 i 1460.



Figura 17. Frontal Palau Medici. Font: pinterest.es

2.2.2. Període 1800-1900. Primera revolució Industrial

Des de mitjans del S. XVIII, la substitució del carbó vegetal pel mineral va permetre l'obtenció de ferro colat en grans quantitats. Es tractava d'un material molt dur, inflexible i resistent a la compressió, característiques que el feien molt apropiat per a la construcció de màquines i per a l'arquitectura.

La primera revolució industrial va suposar l'arribada de nous materials com el ferro, el formigó armat i el vidre.

Aquesta evolució tecnològica dels materials i dels sistemes estructurals arquitectònics va ser permanent al llarg de tot el S. XIX. Les exposicions universals iniciades a Londres l'any 1851 es van convertir espais on l'experimentació tecnològica. Per als països organitzadors d'aquests esdeveniments, aquestes exposicions eren una oportunitat de demostrar el seu poder polític i econòmic.

Londres per la primera exposició universal va construir un gran edifici amb les tècniques més modernes en aquella època per a albergar l'exposició. Aquest edifici era el Cristal Palace de John Paxton construït el 1851. Aquest edifici de gegantesques proporcions va ser construït en ferro, vidre i fusta. Destacava perquè va ser el primer edifici a base de petites parts prefabricades que eren assemblades. El vidre, substituïa al mur opac tradicional, el que comportava un canvi absolut en la imatge arquitectònica de l'edifici.

El màxim esplendor d'aquesta arquitectura on predominava el ferro es va produir en l'Exposició universal de París de l'any 1889 quan les autoritats franceses volien commemorar el primer centenar de la revolució francesa de 1789. On les dues edificacions arquitectòniques més rellevants són la Torre Eiffel i la Galeria de Màquines.



Figura 18. Galeria de màquines. Font: [researchgate.net](https://www.researchgate.net)

La Galeria de màquines tractava d'una estructura que cobria un espai de 420 metres de llarg i 115 metres d'ample, un fet que mai s'havia aconseguit fins llavors.

Amb la revolució industrial, s'obrien moltes possibilitats de construcció en altura que haguessin resultat inimaginables anteriorment, tot gràcies a la lleugeresa i resistència del ferro com nou material estructural. En aquesta exposició, van convocar un concurs perquè arquitectes i enginyers presentessin projectes. Un punt del concurs era el fet de poder estudiar la possibilitat de construir en el Camp de Mart una torre de base quadrada de 125 metres de costat de base i 300 metres d'altura.

El projecte guanyador del concurs va ser la torre de l'empresari Gustave Eiffel. El projecte va adquirir la seva forma definitiva després de dos anys, dos mesos i cinc dies d'haver començat les obres. I va ser l'element principal de l'Exposició Universal de París, que va aconseguir atraure a dos milions de visitants.

La torre Eiffel presenta una arquitectura original fet completament amb ferro, pesa 7.300 tones i va ser l'edifici més alt del món en aquell moment. El seu disseny va suposar una ruptura radical amb el que s'entenia fins llavors com un edifici emblemàtic i va aprofitar tots els avantatges del ferro.

En un principi, la torre va suposar un autèntic desafiament tècnic i arquitectònic, però més tard es va convertir en l'emblema de la ciutat i en sinònim d'innovació.



Figura 19. Torre Eiffel. Font: Pinterest.es

2.2.3. Període 1900-2000: Arquitectura moderna

A partir de 1900, l'arquitectura en l'àmbit mundial té canvis profunds en cada un dels estils existents. Amb l'arribada de la revolució industrial en la construcció, cada cop van sorgint noves demandes. La principal, era la construcció d'elements d'urbanisme per poder cobrir el desplaçament de les persones a les ciutats industrialitzades provinents dels camps de conreu.

Una de les novetats en material va ser l'acer (que es tracta d'una combinació de ferro i carboni), aquest element va substituir al ferro a l'unir la gran resistència d'aquest amb una gran elasticitat.

Es necessita crear habitatges, escoles, hospitals, hotels... Els arquitectes del moment, aprofiten els avenços de la revolució industrial com les noves tecnologies de construcció i els nous materials.

Aquest nou estil s'expandeix a diferents ritmes arreu del món. Entre les primeres obres que són denominades com arquitectura moderna tenim la construcció de la ciutat de Chicago, després d'haver estat víctima d'un catastròfic incendi.

La ciutat de Chicago es va transformar radicalment. Van passar de tenir cases de fusta a tenir hotels moderns, oficines i els primers gratacels del món. En aquesta transformació de la ciutat es van incorporar les noves tècniques de construcció de la primera revolució industrial. I per primer cop es van introduir els ascensors.



Figura 20. Ciutat de Chicago. Font: [pinterest.es](https://www.pinterest.es)

2.3. Intervencions Virtuals

2.3.1. Introducció a les intervencions virtuals

La intervenció virtual és una disciplina dins la conservació del patrimoni cultural i industrial. Ofereix al públic un gran volum d'informació sobre qualsevol mena d'estructura, objecte, lloc... També pot proporcionar eines específiques per a realitzar intervencions que no tindran impacte sobre l'obra original i el seu resultat pot ser compartit mitjançant tècniques de virtualització avançades. En les àrees de preservació d'objectes o d'elements arquitectònics aquesta eina virtual proporciona solucions molt eficaces en les diferents fases de les intervencions.

2.3.2. Diferents mètodes d'intervencions virtuals

En aquest apartat analitzarem les tècniques més utilitzades actualment per a la restauració virtual i l'impacte que aquest mètode està generant dins de la conservació de béns culturals.

Al crear un contingut virtual, sigui realitat virtual o realitat augmentada sense importar el mètode de presentació final s'han de seguir uns passos que són comuns. Aquests són: el modelatge, la il·luminació de l'entorn i el renderitzat.

Realitat Virtual:

La realitat virtual també anomenada VR, consisteix en la immersió sensorial en un món virtual, que pot estar basat en entorns reals o no, el qual ha sigut creat de forma artificial. Aquest món el podem percebre gràcies a unes ulleres especials de realitat virtual i accessoris com cascs d'àudio, comandaments...

Aquesta realitat virtual pot ser de dues menes: no immersiva o immersiva.

La realitat virtual immersiva té un ambient tridimensional creat per un ordinador. Aquest ambient es manipula a través de cascs, comandaments o altres dispositius que capturen la posició i rotació de diferents parts del cos humà.

La realitat virtual no immersiva també utilitza l'ordinador, i pot funcionar amb internet. Amb aquest es pot interactuar en temps real amb diferents persones en ambients i espais que en

realitat no existeixen sense la necessitat d'altres dispositius que no sigui l'ordinador. Una dels avantatges d'aquesta mena és la ràpida acceptació dels usuaris i el seu baix cost.

Segons la RAE el concepte de realitat virtual és: *"Representació d'escenes o imatges d'objectes produïts per un sistema informàtic, que dona la sensació de la seva existència real"* (20).

Les aplicacions de la realitat virtual van des de l'oci i l'entreteniment fins a la medicina, la investigació, l'educació... I també són utilitzades per la restauració virtual de béns culturals arreu del món.

La reconstrucció de l'herència cultural consisteix en la recuperació a través de la simulació d'elements o peces úniques les quals ja no existeixen o van ser destruïdes o es troben degradades. La realitat virtual permet ensenyar l'element en qüestió en perfecte estat en diversos llocs del món a la vegada i inclús permet crear museus amb elements virtuals.

Com s'ha explicat, hi ha realitat virtual immersiva i no immersiva. Però a part d'aquestes dues menes de realitat virtual, també trobem diverses maneres d'arribar al públic:

Imatges fotorealistes (render):

El fotorealisme és la qualitat principal d'una imatge generada per un ordinador, que tracta d'imitar a les imatges generades per càmeres fotogràfiques reals, mitjançant complexos algoritmes i càlculs matemàtics. Aquests càlculs simulen els efectes de la llum, ombres, textures... i arriben a produir imatges que són molt similars a les fetes amb una càmera.

Actualment aquesta manera de realitat virtual és molt utilitzat arreu nostre, i observem imatges fotorealistes cada dia en la nostra vida quotidiana. Moltes imatges a revistes o internet són creades a partir d'ordinador.

IKEA, la famosa empresa de mobiliari, utilitza aquesta tecnologia per vendre els seus productes. Tant que un 75% de les imatges del seu catàleg és realitzat per ordinador, la marca té més de 25.000 mobles virtualitzats. IKEA va començar a recrear els productes l'any 2006, el primer va ser la cadira *Bertil*. La primera habitació creada només per ordinador utilitzada per la marca és de l'any 2010. Els elements d'IKEA creats per computadores estan fets mitjançant 3DStudio Max i V-Ray.



Figura 21. Cadira Bertil.
Font: silicon.es

Les imatges fotorealistes també serveixen per poder visualitzar elements que ja no existeixen o no estan sencers a causa del temps i la degradació. Un exemple és el coliseu de Roma, aquí podem observar una imatge realista d'aquest:



Figura 22. Colisseu de Roma. Font: omeka.wellesley.edu

També existeixen imatges realístiques en 360 graus. Són creades igual que les imatges estàtiques però aquestes en comptes es poden veure des de diferents angles canviant el punt de vista de la càmera. Aquí tenim un exemple de la tomba imperial de l'emperador Tu Duc:

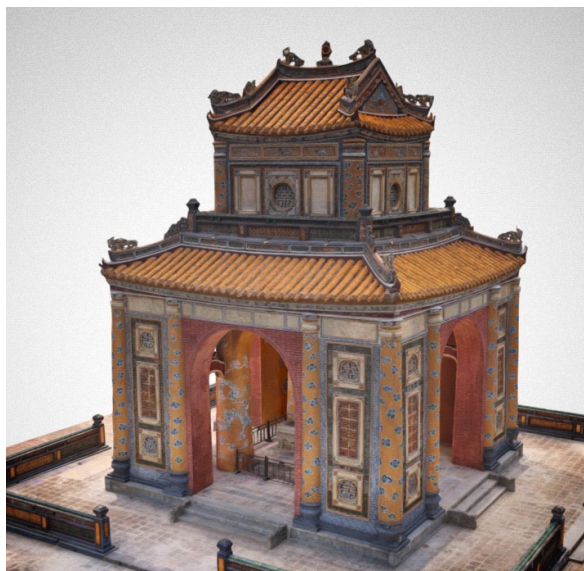


Figura 23. Tomba Tu Duc (1). Font: artsandculture.google.com



Figura 24. Tomba Tu Duc (2). Font: artsandculture.google.com

Animacions:

Les animacions en tres dimensions venen a ser un procés assistit per ordinador utilitzat per donar la sensació de moviment a través del creador d'imatges realístiques fixes. Es realitzen mitjançant els mateixos programes amb el que pots dur a terme renders. Els objectes es poden animar de diverses maneres:

- Transformacions bàsiques en els tres eixos (X,Y,Z). Rotació, escala o translació.
- Forma mitjançant esquelets: S'assigna un esquelet a diferents objectes, aquesta estructura central té la capacitat d'afectar la forma i moviments d'aquests objectes.
- Mitjançant deformadors: Ja siguin caixes de deformació o qualsevol deformador que produeixi deformacions als objectes.
- Dinàmiques: Són utilitzades per a simulacions de roba, pèl...

Animacions 360 graus:

Aquesta mena d'animacions són similars a les animacions explicades anteriorment. La seva diferència és que aquestes últimes són immersives, es poden veure amb ulleres de realitat virtual tal com amb una pantalla com la del mòbil. Aquesta característica fa que les animacions siguin més atractives gràcies que l'usuari pot moure's al voltant de l'escenari podent explorar en 360 graus.

L'empresa Google junt amb l'empresa CyArk han creat Google Arts & Culture. Aquesta associació fa més de set anys que està funcionant i s'ha associat amb més de 1500 museus repartits amb 70 països diferents. Dins la seva biblioteca d'animacions (a la qual també es pot accedir des d'una aplicació), trobem mil d'obres d'art exposades a la realitat virtual.



Figura 25. Mesquita de les omeies. Font: artsandculture.google.com

Visites virtuals:

Es tracta d'una forma de conèixer un espai a través de la interacció del ratolí de l'ordinador si no es immersiva, o de la realitat virtual si és immersiva. Segons el seu disseny possibilita a recórrer diferents espais o llocs d'un determinat entorn sense haver de desplaçar-te cap a ell. La simulació d'aquest entorn es basa, igual que en les animacions 360 graus en la interconnexió d'imatges panoràmiques de 360º i 180º denominades equirectangulars que permeten tenir una visió completa del que rodeja el punt de visió.

Com a exemple trobem la visita a l'església dels Jesuïtes de Toledo. En la qual pots donar un recorregut per ella i interactuar amb diferents botons per veure imatges o vídeos reals.

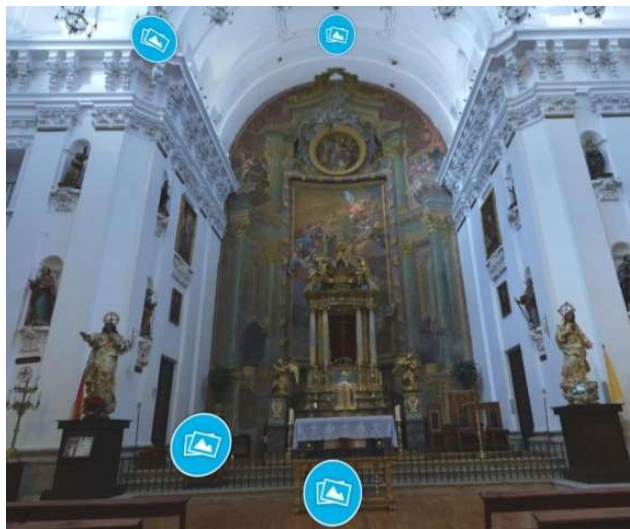


Figura 26. Interior església Jesuïtes Toledo. Font: smartcoolture.com

Realitat Augmentada:

La realitat augmentada (RA), permet combinar el món real amb el món virtual mitjançant un procés informàtic. Mitjançant l'ús d'aquesta tecnologia els usuaris poden afegir informació visual a la realitat, i poden crear tota classe d'experiències interactives com catàlegs de productes en 3D, provadors de roba virtual, videojocs...

La principal diferència respecte a la realitat virtual, és que, la realitat augmentada consisteix en un conjunt de dispositius que afegeixen informació virtual a la informació física ja existent, mentre que la realitat virtual substitueix la realitat física per la virtual. La realitat augmentada afegeix informació, mentre que la realitat virtual la substitueix. La realitat augmentada permet introduir el món virtual en el món real.

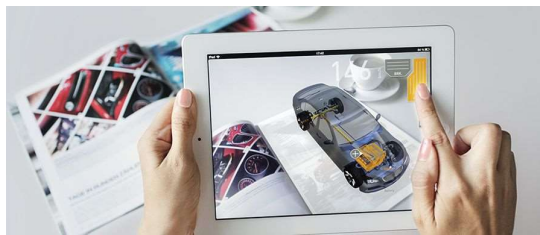


Figura 27. Realitat augmentada en una revista de cotxes. Font: alejandrocobo.com

La realitat augmentada es pot aplicar en un gran nombre d'àmbits diferents, com que és una tecnologia que optimitza la forma d'explicar tota mena de coses mitjançant els continguts 3D. Al permetre una interacció de l'usuari amb el món real, gràcies a una càmera, resulta divertit i sorprenent utilitzar aquest tipus d'aplicacions. Aquesta tecnologia pot tenir aplicació en editorials, telefonia mòbil, màrqueting...

L'empresa IMAGEEN ha creat diverses animacions en realitat augmentada respecte a la ciutat de TARRACO. Amb aquests recursos, se'ns permet traslladar-nos a la Tarragona romana a través d'un recorregut pels principals monuments antics de la ciutat en aquella època com el circ, l'amfiteatre...

2.3.3. Intervencions de conservació a Catalunya

Catalunya va ser una de les primeres regions europees en iniciar a finals del segle XVIII els processos de canvi que van permetre l'evolució des d'una societat econòmicament preindustrial a establir noves formes econòmiques i de producció industrials.

El Museu de la Ciència i la Tècnica de Catalunya (MNACTEC) va presentar el 2015 un llistat amb 150 elements imprescindibles del patrimoni industrial català. Aquesta llista està accessible a través del portal web anomenat: Mapa del patrimoni industrial a Catalunya. Aquests elements es classifiquen en: 23 elements preindustrials com molins, salines...84 elements industrials com l'indústria tèxtil, l'indústria de l'automòbil...I finalment 43 elements de serveis i obra pública com patrimoni ferroviari, marítim...

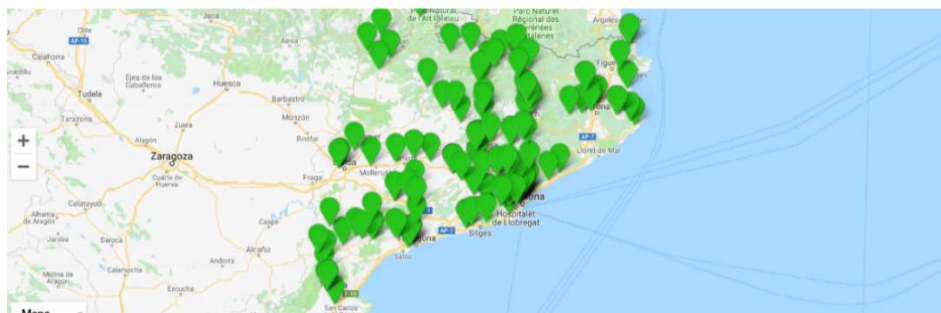


Figura 28. Mapa del patrimoni industrial de Catalunya. Font: mnactec.cat

2.4. Tractament i protecció Jurídica del patrimoni Industrial

2.4.1. Legislació nacional

Dins de la legislació nacional trobem la Constitució Espanyola de 1978, que en l'article 46, diu: "La conservació i la promoció del Patrimoni Històric, Cultural i Artístic ha de ser garantit pels poders públics" (24). Podem entendre que el Patrimoni Industrial també està inclòs en aquesta afirmació encara que no estigui específicament escrit.

També tenim la Llei 16/1985 del 25 de juny, del Patrimoni Històric Espanyol (1). En el seu preàmbul està escrit que: Els béns que constitueixen el Patrimoni Històric Espanyol són els béns de valor històric, artístic, científic o tècnic. I segons la definició de l'article 1.2, aquest l'integren els immobles i objectes mobles d'interès artístic, històric, paleontològic, arqueològic, etnogràfic, científic o tècnic. Aquesta llei preveu l'elaboració de Plans Nacionals específics, des del 2000 està en funcionament el Pla Nacional de Patrimoni Industrial.

El Pla nacional de Patrimoni Industrial d'Espanya (25) es va elaborar pel Ministeri de Cultura i ha estat gestionat per l'Institut de Patrimoni Històric Espanyol. Aquest pla es va crear l'any 2000, en abril de 2001 es va presentar al Consell del Patrimoni Històric Espanyol el document definitiu elaborat per tres experts en Patrimoni Industrial, quatre tècnics de l'Institut del Patrimoni Històric Espanyol i set representants de comunitats autònomes (Andalusia, Astúries, Castella i la Manxa, Castella i Lleó, Madrid, Murcia i Valencia).

La raó per la qual va néixer aquest Pla Nacional, era la necessitat de protegir i conservar tot el llegat històric de l'època de la industrialització, el qual estava desapareixent. El seu objectiu era aconseguir la representació de tots els sectors industrials, de totes les etapes de la industrialització i de tots els territoris de l'estat espanyol en la història. La delimitació cronològica està compresa entre la meitat del S. XVIII amb els inicis de la mecanització fins al començament dels sistemes tecnològics d'automatització de processos de meitat del S.XX.

Aquest document final va ser aprovat el març de 2002 pel Consell del Patrimoni Històric Espanyol i es va fer una revisió el març del 2016. Aquest Pla, en el seu document original tenia 49 béns industrials seleccionats entre totes les propostes presentades per les comunitats autònomes. Alguns dels elements són:

Taula 3. Exemples d'elements del Pla Nacional

Comunitat Autònoma	Elements
Catalunya	Fàbrica Miralda de Manresa
	Fàbrica de ciment Asland en Clot del Moro
	Colònia Sedó d'Esparreguera
	Colònies Industrials del Llobregat
Comunitat Valenciana	El Moliner d'Alcoi
	Antiga Estació del Graó, Valencia
	Alts Forns de Marbella
Andalusia	Fàbrica sucrera Nostra Senyora del Pilar, Motril
	Pou de Santa Bàrbara
Astúries	Fàbrica de Gas i Electricitat d'Oviedo
	Real Fàbrica de Tapissos de Madrid
Madrid	Fàbrica de farina "La Esperanza"
	Draga Jaizkibel, Paisaia
País Basc	Salines d'Anyera (Àlaba)

2.4.2. Legislació autonòmica a Catalunya

La legislació i la protecció del patrimoni industrial català està relacionada, evidentment, als diversos governs catalans i espanyols que s'han esdevingut des del S. XVIII.

La creació, el 1844, de les Comissions de monuments provincials i la Comissió central. Amb aquesta llei, es disposava al fet que els caps polítics de les diferents províncies creessin un inventari dels objectes de belles arts i ciències per a ser ben conservats.

A Catalunya, en l'àmbit autonòmic en general, durant aquests últims anys hi ha hagut un gran creixement en matèria de normativa envers el patrimoni històric. La Generalitat de Catalunya, té competència absoluta en matèria de patrimoni cultural i regula la seva protecció i gestió mitjançant una legislació pròpia.

A final de 1900 es desenvolupen noves lleis per cada comunitat referents al patrimoni. Però no totes eren similars, pel que fa a les lleis respecte al patrimoni industrial podem trobar dos grups béns diferenciats: en algunes comunitats autònomes, com Extremadura, es desenvolupen lleis en les quals la protecció del seu patrimoni industrial és una potencialitat, però no molt

desenvolupada. I altres com Astúries o les illes Balears en què la protecció al patrimoni industrial es desenvolupa al màxim detall però sense tanta protecció.

La llei autonòmica catalana es queda en la legislació de 1993 (26), que encara que en el seu moment fos una de les més avançades, ara queda superada per les lleis autonòmiques d'altres comunitats. Després de tants anys, els experts catalans han elaborat una síntesi de recomanacions per dur-les a terme en els següents anys. Aquestes recomanacions van ser recollides en el Fòrum de Patrimoni Industrial Sostenible (27), que va tenir lloc l'any 2002 a Terrassa, i les principals necessitats a cobrir eren:

- Tenir criteris de referència estructurals per a la restauració del patrimoni industrial.
- Fomentar actuacions per assolir un índex més alt de preservació de béns de caràcter industrial.
- Tenir un catàleg exhaustiu amb tots els elements industrials del territori.

Encara que la llei de 1993 és molt antiga, aquesta estableix molt clar els nivells de catalogació en matèria de patrimoni cultural. El registre de Béns Culturals d'Interès Nacional (BCIN), l'inventari i el catàleg del patrimoni cultural català són competència del Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya. A part, els ajuntaments i els consells comarcals declaren i protegeixen els Béns Culturals d'Interès Local (BCIL).

3

LES COLONIES TÈXTILS, UN MODEL PARTICULAR

3. Les colònies tèxtils, un model particular

3.1. Definició de colònia industrial.

Una colònia industrial és un nucli de població format al voltant d'una fàbrica. L'empresa és la propietària de tot el conjunt, tant dels habitatges obrers com dels edificis destinats a la producció.

Aquest tipus de model de poblament es crea amb l'objectiu d'assegurar la mà d'obra. La particularitat de Catalunya és que és el lloc del món amb una major concentració de colònies industrials.

Aquest model sorgeix al segle XVIII al Regne Unit. La més coneguda és New Lanark a Escòcia. El seu fundador s'anomenava Robert Owen, un escocès nascut l'any 1771. Aquesta colònia es va convertir en un model de poble, el qual ofería unes condicions molt millors del que es podia esperar de qualsevol poble de treballadors de Gran Bretanya.

Avui en dia, la majoria d'edificis de la colònia s'han restaurat i el poble s'ha convertit en una de les atraccions turístiques més importants del país. També és un dels únics quatre llocs a Escòcia reconeguts com a patrimoni de la humanitat.



Figura 29. Imatge de la Colònia New Lanark. Font: newlanark.org

Dins de totes les colònies industrials que van sorgir durant l'època, també destaca la Colònia Saltaire (1853) que estava situada a Yorkshire (al nord d'Anglaterra), al costat del riu Aire.

El seu fundador, Sir Titus Salt, va traslladar cinc molins a la nova colònia i va construir cases de pedra al seus treballadors i serveis com hospital, lavabos, escola... Molts treballadors de Bradford es van mobilitzar a treballar a la colònia per tots aquests avantatges que ells no tenien.

Aquesta colònia industrial va ser reconeguda com a Patrimoni de la Humanitat l'any 2001.



Figura 30. Imatge de la Colònia Saltaire. Font: knitforpeace.org

3.2. Evolució dels models de poblament

Per entendre l'únic i diferent model d'urbanisme de les colònies cal conèixer els principals models de poblament urbà abans de les colònies. La definició de poblament que ofereix El Diccionari de la Reial Acadèmia Espanyola és: "Acció i efecte de poblar, o procés d'assentament d'un grup humà en les diverses regions de la terra" (31).

Les ciutats del període neolític:

Durant l'època del neolític, l'espècie humana passa de ser nòmada a ser sedentària. Això significa que s'originen les primeres ciutats, aquestes no seguien cap model de pla urbà. Les cases eren de fang, fusta, pedra... i normalment estaven envoltades per una tanca que servia de protecció contra els animals. Aquestes primeres ciutats eren molt poc poblades.

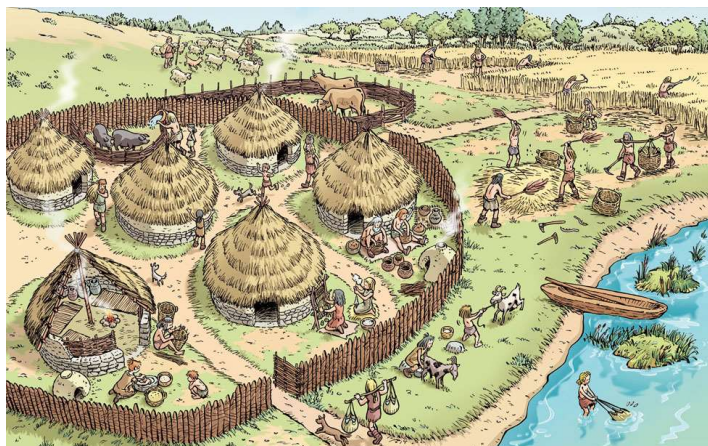


Figura 31. Imatge d'una ciutat neolítica. Font: escuelapedia.com

Les ciutats gregues:

Al principi, aquestes poblacions disposaven de carrers molt diferents i irregulars, sent molt estrets i sense llum. Més tard, durant el segle V aC, ja s'adoptà un pla més ortogonal. Les ciutats gregues estaven protegides per una muralla, i els llocs més importants eren els seus temples dedicats a déus. Atenes i Esparta eren les ciutats gregues més importants del moment.



Figura 32. Imatge d'una ciutat grega. Font: lahistoriayotrosuentos.es

Les ciutats romanes:

Les ciutats romanes també havien adoptat el pla ortogonal, ja que la majoria provenien de campaments militars. Dins de la mateixa ciutat, hi havia dos carrers més importants que els altres. El “decumanus” que anava d’est a oest i el “cardo maximus” que ho feia de sud a nord. El principal edifici d’aquestes ciutats era el fòrum, normalment a la intersecció d’aquests dos carrers. Aquestes ciutats també solien estar protegides per una muralla, i la ciutat més important de l’època era Roma.



Figura 33. Imatge d'una ciutat romana. Font: hisotriadelarteteruel.es

Les ciutats medievals:

Les ciutats de l’edat mitjana es caracteritzen principalment per tenir un pla irregular, amb carrers molt estrets i sense llum, igual que les ciutats gregues. Aquest model de ciutat es provocat per l’augment de població que és major que l’augment de la superfície edificable, ja que la ciutat estava dins de les muralles per seguretat.



Figura 34. Imatge d'una ciutat medieval. Font: unprofesor.com

Les ciutats industrials:

Aquestes menes de ciutats s'originen a partir de la revolució industrial. Després de la creació de fàbriques, va augmentar la mà d'obra procedent dels camps, i això va fer créixer exponencialment els habitants de les ciutats. Les muralles antigues es van tirar a terra per aprofitar les terres del voltant. A les zones més perifèriques de les ciutats es trobaven les classes més humils, amb habitatges pobres sense gaire higiene. Les classes més riques, van ocupar les zones urbanitzades. Amb l'aparició de nous mitjans de transport, com el tren, es va poder facilitar la connexió entre les diferents ciutats i va modificar el traçat de carrers. Aquestes ciutats van començar a fer arribar als habitatges serveis bàsics com l'electricitat, el gas o l'aigua.

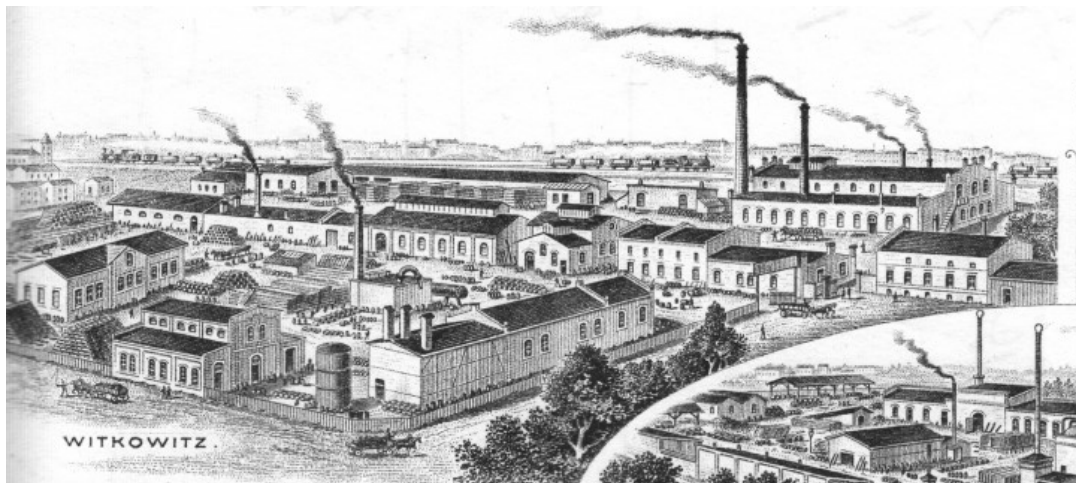


Figura 35. Imatge d'una ciutat industrial. Font: vicentecamarasa.wordpress.com

3.3. Diferents plans urbans

Pla irregular:

El pla urbà irregular se situa generalment en la ciutat preindustrial. Normalment coincideix amb la zona més antiga de la ciutat i s'origina durant l'època medieval. Aquesta tipologia de pla no presenta una trama urbana ordenada, ja que té un traçat irregular, a causa d'una manca de planificació prèvia. Generalment els carrers estan mal il·luminats i són estrets i sinuosos.

És molt fàcil trobar exemples d'aquest tipus de pla, ja que les ampliacions de les ciutats que es donen posteriorment respecten les anteriors formacions urbanístiques. A Europa, els nuclis antics de les seves ciutats solen ser així, com és el cas de la part gòtica de Barcelona.

Pla radial:

Com ja diu la mena de pla, aquest tipus de pla presenta una distribució radial al voltant d'un punt central. En aquest punt es troben els elements més importants de la ciutat com l'església, l'ajuntament... El principal avantatge és que els llocs d'interès de la ciutat es troben uns molt a prop dels altres. El desavantatge d'aquesta distribució és que la circulació entre els diferents eixos és molt difícil. Per exemple París o Madrid tenen aquesta mena de distribució.

Pla ortogonal:

Se situa en l'època industrial durant els segles XIX i XX, encara que algunes ciutats gregues i romanes ja utilitzaven aquesta mena de distribució. Presenta una forma molt simple, els carrers són amples i lluminosos i creen illes de cases rectangulars o quadrangulars. La regularitat de la forma de les illes fa que la construcció d'edificis es faci més fàcilment. Tot i això es creen eixos diagonals en algunes illes per fer més fluid el trànsit en les hores puntes. El desavantatge d'aquest plantejament és que fa que els trajectes siguin més llargs. Exemples amb aquesta distribució són Nova York, Lisboa, Barcelona...

Pla lineal:

Aquest plantejament urbà no es troba gaire en les ciutats. És de forma allargada, al llarg d'una via de comunicació que sol ser el carrer més important de la ciutat, un riu o la costa del mar. Al voltant d'aquesta via més important, se situen carrers de forma perpendicular a la via principal.

3.4. Tipologies de colònies industrials

Hi ha moltes menes de colònies industrials que podem trobar al terreny català. La majoria són les colònies tèxtils (igual que la Colònia Sedó), però també hi ha de colònies mineres, químiques, agrícoles...

3.4.1. Colònies mineres

Aquesta mena de colònies eren les segones més nombroses al territori català. Les colònies mineres, a diferència de les tèxtils o les químiques, es trobaven en llocs amb molts recursos minerals, com el carbó o la potassa. A Catalunya trobem per exemple: les mines d'Orgassa (Ripollès) o les colònies mineres de La Coromina (Cardona) també anomenada Mines de Surroca. Aquesta última, la colònia de Cardona, encara segueix funcionant i la colònia ara és un barri més del poble de Cardona.

Una de les característiques més importants que tenen totes les colònies mineres és que van utilitzar molta mà d'obra provinent d'altres ubicacions de l'estat, sobretot Andalusia i Extremadura que era on hi havia més tradició minera, i la mà d'obra era barata.



Figura 36. Imatge Mines de Surroca. Font: mnactec.cat

3.4.2. Colònies agrícoles

Les colònies agrícoles són definides com a zones rurals, explotades per treballadors tant de l'exterior com de l'interior. Una de les més importants és la colònia agrícola de Graugés situada al costat de la població d'Avià, força a prop de les colònies tèxtils del Llobregat. La colònia destacava pel seu alt nivell tecnològic si tenim en compte l'època, ja que van ser un dels primers llocs a utilitzar l'electricitat en les seves tasques. Va ser un dels primers llocs a utilitzar un sistema per recollir i poder tornar a utilitzar els fems dels estables en un dipòsit per després utilitzar-ho en adob pels camps.



Figura 37. Imatge colònia agrícola Graugés. Font: mnactec.cat

3.4.3. Colònies químiques

A Catalunya no trobem gaires colònies d'aquesta mena, i la colònia més important es troba a Flix creada l'any 1897. Va ser la primera en tot el territori Espanyol i l'única dedicada íntegrament a la producció química. Destaca perquè la majoria dels tècnics eren estrangers, sobretot provinents d'Alemanya, i la seva arquitectura era amb un estil diferent de les altres de l'estat, aquesta tenia un estil centreeuropeu. Els edificis principals de la colònia eren dissenyats per l'arquitecte Paul Müller, destacant l'arquitectura de l'interior del casino, que estava inspirat en l'estació de ferrocarrils de Frankfurt (Alemanya).

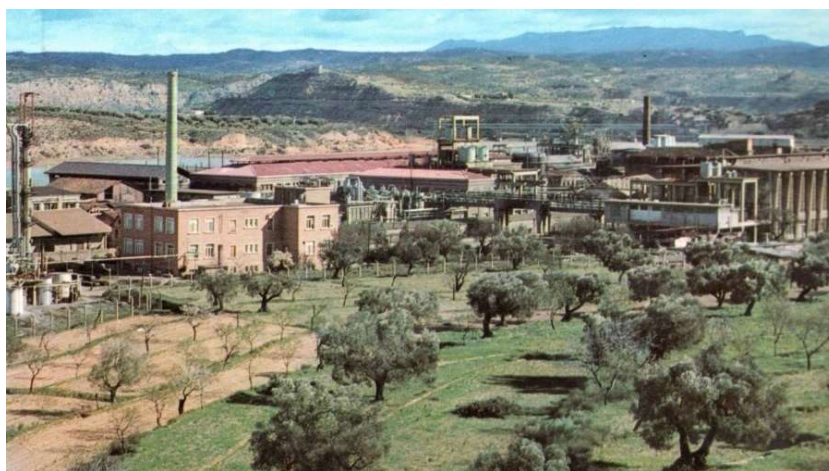


Figura 38. Imatge colònia química a Flix. Font: recordandoflix.blogspot.com

3.4.4. Colònies industrials tèxtils

Les colònies tèxtils són aquelles que produeixen teixits o filats. A Catalunya, actualment n'hi ha 72. Aquest tipus de colònies va sorgir a mitjans del segle XIX i a inicis de segle XX. Són l'element més característic de la industrialització al terreny català, tant pel model empresarial, industrial i social que van desenvolupar, com perquè constitueixen un dels trets més singulars del paisatge fluvial, fonamentalment en el curs del riu Llobregat i el Ter.

Aquest model ja era habitual al Regne Unit, el primer país a fer el primer pas cap a la industrialització. Encara això, el model català presenta diferència respecte a altres models de colònia arreu del món.

Normalment són bastant modestes, ja que han sigut desenvolupades amb no gaires recursos, de la mà d'empreses familiars. La inversió pública és pràcticament inexistent, reflecteix la

impotència de l'Estat en aquell moment per urbanitzar el territori i dotar-lo d'infraestructures necessàries per al seu progrés.

Catalunya és una regió pobre en recursos naturals com el carbó i el ferro, cosa que fa que hagi d'importar matèries primeres, o bé utilitzar l'energia hidràulica dels seus rius. Les colònies arreu de Catalunya estan més a l'interior que a les grans ciutats, ja que la mà d'obra era més barata i els corrents revolucionaris no havien arribat tan fortament com a les ciutats.

El model de la colònia tèxtil català va entrar en crisi les dècades dels 70 i 80 del segle XX. Els serveis que s'oferien fins aquell moment i que garantien la pau social, resultaven massa cars per poder mantenir el sistema amb el qual funcionaven les colònies industrials.

Un cop l'activitat industrial s'acabava, les naus i els pisos es posaven en venda o eren embargades.



Figura 39. Imatge colònia tèxtil Cal Prat. Font: planur-e.es

3.5. Espais de les colònies tèxtils

En una colònia, destaquen 3 espais ben diferenciats amb funcions diferents. Aquests són els següents:

Espai Productiu:

És l'espai destinat únicament a l'activitat industrial de les colònies. En aquest espai s'ubica la fàbrica, la resclosa, els magatzems, les oficines i totes les àrees tècniques.

Espai de residència i serveis:

Es tracta de tot aquell espai ocupat pels habitatges dels treballadors, i llocs per a l'oci. Per exemple trobaríem: les botigues, l'escola, el cafè...

Espai de domini:

Són aquests llocs amb alt contingut simbòlic i amb poder dins la colònia. Aquests espais poden ser la torre de l'amo o l'església principalment.



Figura 40. Plànol de la Colònia Sedó. Font: Museu de la Colònia Sedó

- ESPAI PRODUCTIU**
- ESPAI DE RESIDÈNCIA I SERVEIS**
- ESPAI DE DOMINI**

4

ESTUDI DEL CAS. INTERVENCIÓ EN
EL PATRIMONI ARQUITECTÒNIC

4. Estudi del cas. Intervenció en el patrimoni arquitectònic.

4.1. Metodologia

4.1.1. Introducció

La metodologia emprada en el projecte es basa, sobretot, en la recerca bibliogràfica, en el treball de camp, la virtualització i la interacció de l'usuari amb ella a partir d'una pàgina web.

Abans de començar a virtualitzar i recrear els elements s'ha de realitzar un estudi del patrimoni industrial. S'ha d'analitzar l'època, la tecnologia del moment, el pensament, la cultura, l'espai geogràfic...

Per això he dividit el meu estudi del cas de la Colònia Sedó en diverses parts. Primer la intervenció en si, amb els objectius als quals pretenc arribar i amb un estudi i anàlisi exhaustiu de la colònia. També conté comparacions amb altres colònies de l'època com la Colònia Güell, i es fa una recerca sobre les tecnologies d'aquella època, les maneres d'aprofitar els recursos naturals, diferents tipus de turbina i els seus avantatges...

La segona part és la metodologia per la recuperació del seu patrimoni de manera virtual. Només es té en compte el moment de la Colònia en l'any 1920, després d'inaugurar la presa del Cairat i la nova turbina Planas. És virtualitzaran la turbina Planas i l'aqüeducte de la colònia així com els principals edificis de la colònia.

A partir d'una pàgina web, qualsevol usuari podrà accedir al contingut creat i visualitzar el contingut creat a l'hora que aprèn i coneix la Colònia Sedó.

Tot el material virtual per transmetre el valor de la Colònia Sedó té la finalitat de ser fàcilment comprensible per un públic estàndard i perquè pugui ser utilitzat en museus com el de la Colònia Sedó o a través de la xarxa web per a qui vulgui accedir lliurement.

4.1.2. Elecció de conjunts a estudiar i l'època

L'any escollit per la recreació virtual dels elements és el 1920. Després d'haver fet una cerca d'imatges en l'arxiu municipal d'Esparreguera i documents del MNACTEC. He recopilat diferents imatges en les que podem observar l'estat de l'aqüeducte en l'època indicada.

L'any escollit per la recreació virtual dels elements és el 1920. Un moment en què la colònia va arribar al seu màxim esplendor, amb quasi més de 2000 treballadors.

Després d'haver fet una cerca d'imatges en l'arxiu municipal d'Esparreguera i documents del MNACTEC. S'ha recopilat diferents imatges en les quals podem observar l'estat de l'aqüeducte en l'època indicada.



Figura 41. Imatge aèria Colònia Sedó (1896). Font: Museu de la Colònia Sedó

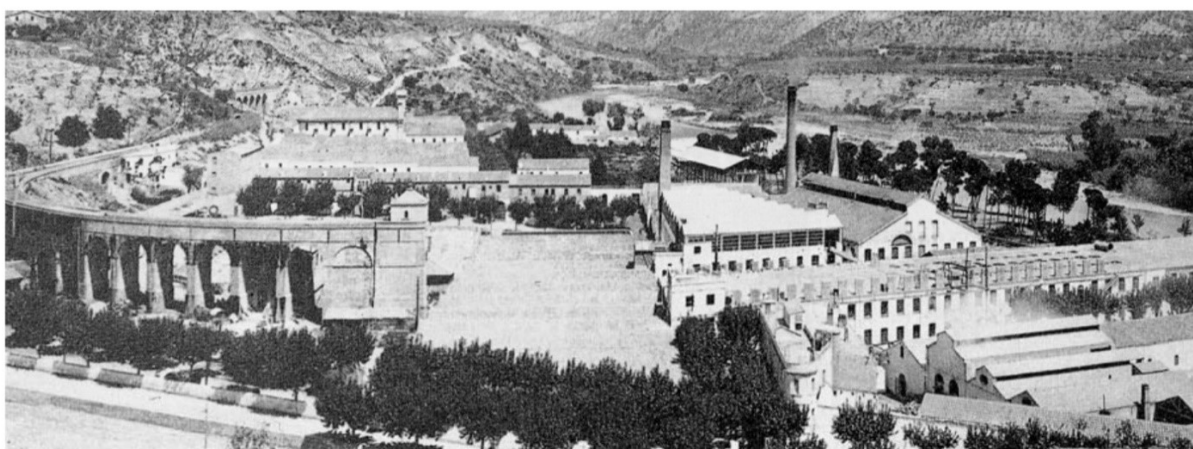


Figura 42. Imatge aèria Colònia Sedó (1912). Font: Museu de la Colònia Sedó

La primera fotografia és la primera imatge aèria real que podem trobar de la Colònia, és de l'any 1896. La segona, extreta de l'arxiu municipal d'Esparreguera és de l'any 1912.

Si ens fixem, en aquestes dues imatges podem veure com l'aqüeducte no està cobert per la part superior, ja que es va cobrir l'any 1940. L'aqüeducte no ha sofert cap canvi durant aquests anys.

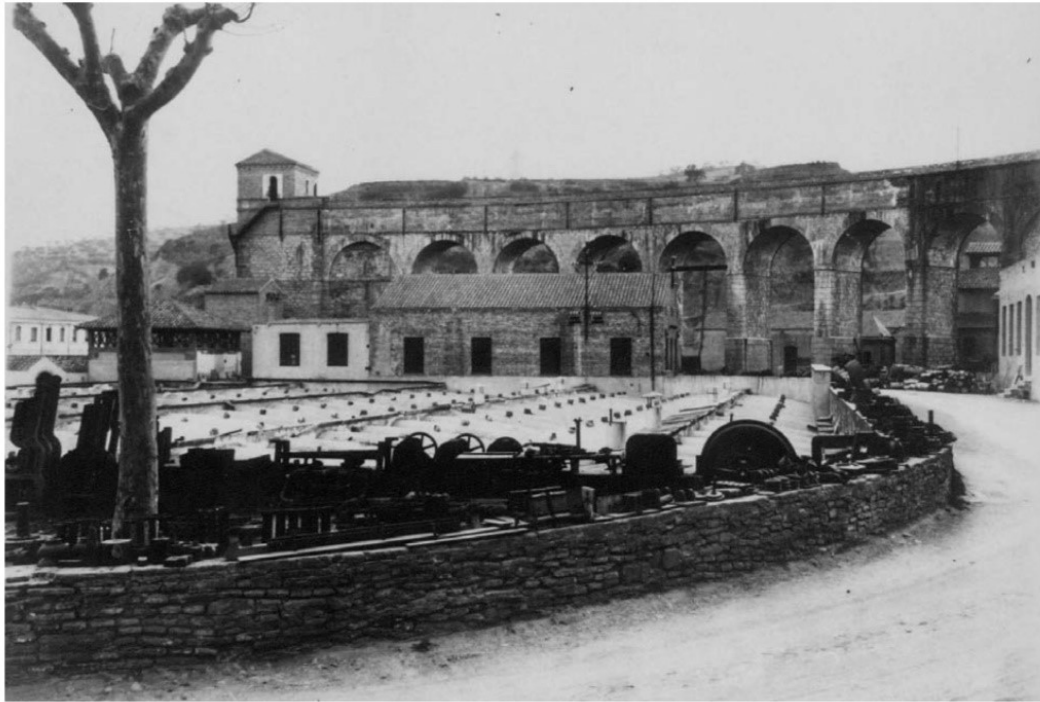


Figura 43. Imatge de l'aqüeducte (1930). Font: Museu de la Colònia Sedó

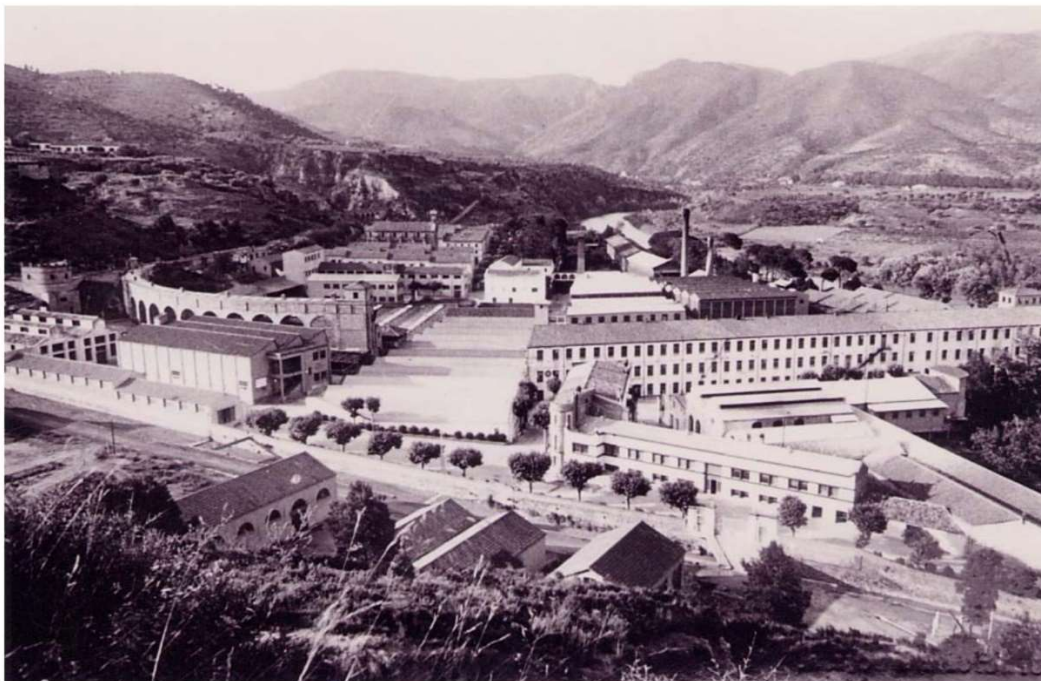


Figura 44. Imatge aèria Colònia Sedó (1930). Font: Museu de la Colònia Sedó

La primera de les dues imatges superiors és de l'any 1930 i la segona de l'any 1943. A la segona imatge podem observar com està coberta la part de dalt de l'aqüeducte. En la imatge de l'any 1930 veiem com es va afegir posteriorment un eix horitzontal entre les columnes tres i quatre de l'aqüeducte.

4.1.3. Elecció de mètode de virtualització i software

Després d'una anàlisi de diferents formes de virtualitzar una sèrie d'elements. El mètode més adient pel contingut que es vol transmetre és l'animació en 3D i les imatges fotorealistes que ajudin a les explicacions i així facilitin l'enteniment dels conceptes.

Per aquest treball s'ha treballat amb diferents programes per arribar a diferents resultats.

3ds Max Studio

Tot l'aqüeducte i els diferents edificis de la colònia han estat modelats amb 3dsMax Studio d'Autodesk, el qual ens dóna grans possibilitats tant de modelat com de renderitzat.

Per modelar amb aquest programa es pot treballar a partir d'objectes geomètrics simples o més complexos. Aquestes formes geomètriques es troben dins del panell lateral de Create/Geometry i dins d'aquí podem trobar aquestes formes agrupades com: "Standard Primitives"," Extended Primitives"...

També podem utilitzar els "Modificadors" que s'aplica a objecte o geometria. Cada objecte té unes propietats limitades, si es vol aportar una forma diferent, només es pot fer amb aquests "Modificadors".

Per exemple una "Box" només té les propietats d'editar la seva amplada, llargària i altura i el nombre de divisions. Si volem "arquejar aquesta capsa per fer un mig arc, només ho podrem fer a partir del "modificador" "Bend". Es poden utilitzar tants modificadors com faci falta per arribar al resultat desitjat. Finalment també es pot editar els objectes mitjançant "Edit Poly" (malla poligonal editable). És el modificador més lliure, ja que modifiques la mateixa geometria de l'objecte. Pots modificar els seus vèrtexs, arestes, costats, polígons...

Per renderitzar tots els elements, independentment amb quin programa s'hagin modelat, s'ha utilitzat 3dsMax Studio per les grans opcions que té envers la il·luminació de l'escena, la càmera, les textures dels objectes... Cal destacar la facilitat que transmet el programa a l'hora d'aplicar materials i modificar-los a partir del "Material Editor".

El motor de render utilitzat ha sigut l'Arnold. Aquest és un motor de render altament complet que ofereix solucions de gran qualitat a l'hora de simular materials, així com una gran versatilitat de configuracions per adaptar-se al nostre criteri de qualitat d'imatge, com a les limitacions tècniques de l'equip. La interfície del programa és la següent:

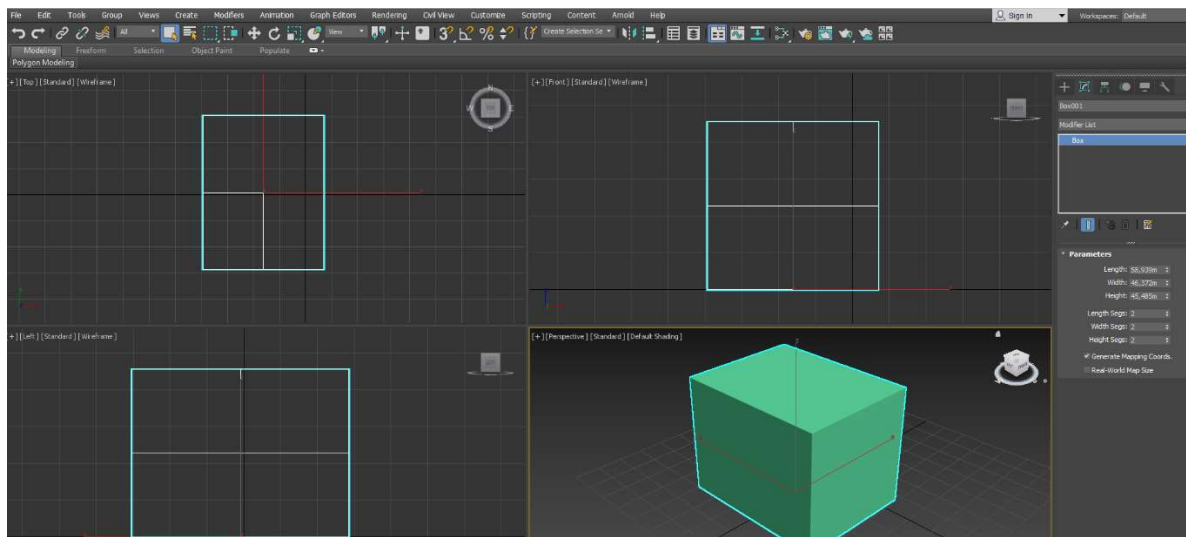


Figura 45. Interfície del programa 3ds Max. Font: Pròpia

SolidWorks:

Tots els elements del treball menys la turbina han estat modelats amb 3ds Max. Aquesta deguda a les seves característiques tècniques i les seves formes ha estat modelada amb el programa anomenat SolidWorks. Aquest programa de CAD 3D ha sigut el més utilitzat durant tota la carrera d'enginyeria i llavors és el programa de disseny 3D que tenim més coneixement.

Es basa en el modelatge paramètric, reduint l'esforç necessari per modificar i crear variants en el disseny, ja que les cotes i relacions utilitzades per realitzar operacions es queden emmagatzemades en l'element. Presenta una interfície molt intuïtiva i senzilla que agilitza molt més el treball. Es poden crear elements sòlids, dibuixos, com assemblatges. La interfície del programa és la següent:

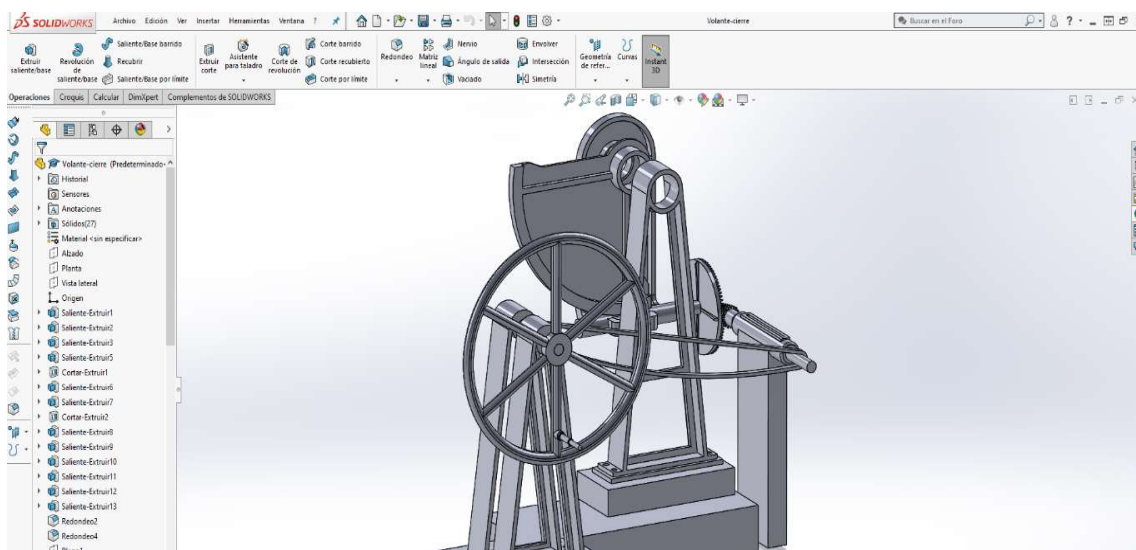


Figura 46. Interfície del programa SolidWorks. Font: Pròpia

AutoCAD i CivilCad:

AutoCAD es tracta d'un software de disseny similar a SolidWorks però no utilitza el modelatge paramètric, fet que resta flexibilitat i dinamisme a aquest mateix procés. És molt més utilitzat per al disseny 2D i sobretot en el món de l'arquitectura.

Aquest programa l'hem utilitzat per al modelatge de Terreny, amb ajuda d'un "plug-in" anomenat CivilCad, un software d'Enginyeria Civil. Aquest programa té un mòdul on pots obtenir a partir de coordenades i referències, una malla triangular de "Google Earth" i traspasar-la al programa AutoCad. La interfície de treball del programa AutoCAD 2018 és la següent:

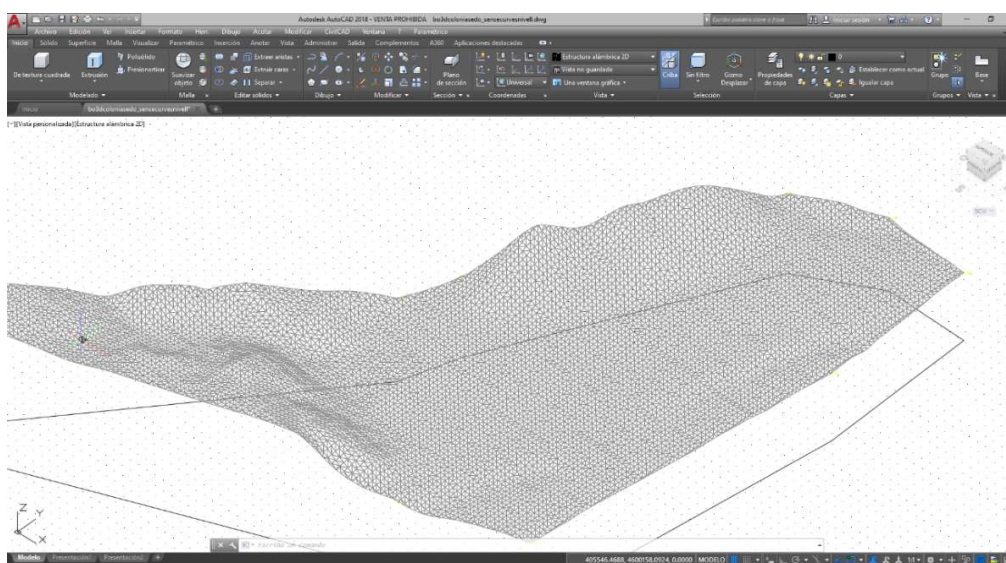


Figura 47. Interfície del programa AutoCAD amb CivilCad. Font: Pròpia

4.1.4. Restauració amb impressió 3D

La moderna visualització digital tridimensional fa possible la reconstrucció virtual a gran escala d'antigues restes arquitectòniques que sobreviuen avui en dia com a ruïnes. Utilitzant l'animació digital, és possible mostrar com aquests elements canviaven a través del temps.

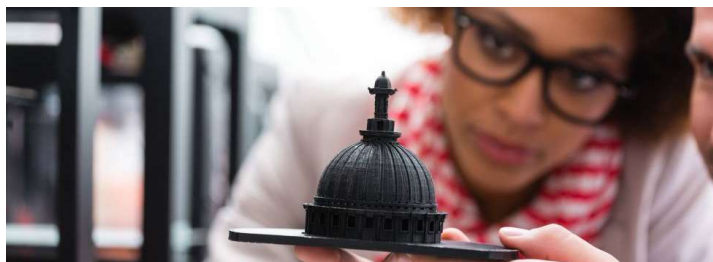


Figura 48. Impressió 3D del patrimoni cultural. Font: cincodias.elpais.com

Des de pròtesis per al cos humà fins a la construcció d'edificis, les possibilitats de la impressió 3D són infinites i no deixen de créixer. El món de l'art també s'ha aprofitat d'aquesta eina, l'utilitza per completar peces a les quals falta alguna part, fer reproduccions reals d'elements, són diferents mètodes per facilitar la divulgació del patrimoni cultural. Ja que permet als usuaris veure, tocar i sentir rèpliques exactes de les obres sense posar en risc la creació original.

Com a exemple d'aquesta aplicació en un museu, trobem la primera peça arquitectònica de patrimoni cultural reproduïda a escala real mitjançant impressió 3D en formigó: L'arc romànic de San Pedro de las Dueñas.

En el cas del nostre treball, la impressió en tres dimensions de la Turbina Francis pot servir per veure, tocar tot el que és impossible amb la turbina de l'exposició, com la seva part interior i els seus elements.

Un model a escala real de la turbina partit per la meitat permetria entendre millor el moviment de l'aigua dins d'ella i dels àleps i el distribuïdor. Es podrien tocar els elements i comprovar les seves grans dimensions, impactant a l'usuari i millorant la seva experiència.

Per al nostre projecte, la impressió de la turbina a escala real és impossible pels recursos que es necessiten. S'ha decidit imprimir un petit model a escala 2:100 per demostrar com a través de la impressió 3D és possible transmetre coneixements sobre el patrimoni industrial.

Al Museu de la Colònia Sedó ja trobem la maqueta de 1943, construïda a mà. Després de 76 anys s'utilitzen mètodes moderns com la impressió 3D per fer feines d'aquest estil.

4.1.5. Producte final i validació del resultat

Després d'haver realitzat un estudi exhaustiu del patrimoni industrial, l'arquitectura de l'època, les colònies industrials, i específicament la de Can Sedó. S'han obtingut us coneixements, que estan reflectits en la memòria d'aquest projecte, i que han servit per entendre millor i ajudar a l'hora de la creació del material per transmetre tota la informació.

Amb la creació del modelatge en 3D de la turbina, els aqüeductes... El museu té a l'abast una reproducció realista per si necessita imatges específiques per l'exposició, o animacions del funcionament de la turbina...

Amb el modelatge de l'aqüeducte i la forma en què s'aconsegueix l'aigua, el museu també podrà extreure material per a la seva exposició tant imatges com animacions.

4.2. El nostre cas, la Colònia Sedó

4.2.1. Introducció

Una colònia és una població allunyada d'un centre urbà, normalment a prop d'un riu. Per aquest motiu, el seu amo, s'ha de comprometre a facilitar uns serveis als seus treballadors com l'escola, església, botigues d'alimentació... És originària de Gran Bretanya, on n'hi ha de molts importants a l'època, i es comença a desenvolupar al nostre país durant la segona meitat del segle XIX.

Un dels motius principals de l'èxit d'aquestes colònies és l'encariment del carbó, aquest obliga a emprendre una remodelació en els processos de generació d'energia dins l'indústria catalana. L'elevat cost d'aquest material, provocat per les despeses de transport generades (per la distància dels llocs de producció del carbó) va fer que es busquessin energies autòctones, regnant la hidràulica que era molt més econòmica. L'altre motiu de l'èxit és el sistema de relació i l'organització dins la colònia, ja que oferia habitatge i treball al mateix lloc i la majoria és mà d'obra rural, més barata i menys conflictiva que la urbana.

Presenta diferències respecte a la resta de fàbriques que trobem en un entorn urbà, aquestes són: es troben en un entorn rural, lluny de qualsevol teixit urbà. Té un teixit residencial al costat de la fàbrica, on viuen els treballadors. I un tracte paternalista i restrictiu per part dels propietaris als treballadors.

L'any 1855 els governants espanyols van crear una llei per fomentar l'agricultura, oferint beneficis fiscals als seus propietaris i beneficis personals als treballadors (com quedar exempts de fer el servei militar espanyol), denominant-les colònies agrícoles, que més tard es transformaran en colònies industrials.

A Catalunya, totes les colònies creades són industrials i majoritàriament dedicades a la indústria tèxtil. Comparteixen un objectiu comú: obtenir el màxim rendiment de la força hidràulica dels rius de Catalunya; el Llobregat, el Ter i el Cardener són els principals.

Aquest sistema de colònies industrials, va entrar en decadència a partir de la meitat del sistema XX motivat per l'arribada de nous sistemes de comunicació i transport i les transformacions empresarials i econòmiques que s'introdueixen a la societat.

4.2.2. Història de la Colònia Sedó

La colònia Sedó és un dels conjunts industrials més importants i coneguts de Catalunya, situada en el terme municipal d'Esparreguera al costat del riu Llobregat, els seus edificis i l'aqüeducte que portava aigua des del salt del Cairat són icones d'una indústria cotonera de primer nivell.

Al principi s'anomenava Can Puig, ja que Miquel Puig amb certa visió de quin seria el futur industrial, es dona compte del fet que les fàbriques de Barcelona començaven a funcionar amb màquines de vapor i utilitzaven el carbó mineral com a font d'energia, i decideix anar a buscar una energia més barata com la hidràulica, lluny del pla de Barcelona.

Un punt molt important per decidir l'assentament de la colònia eren les vies de comunicació, així que Esparreguera situada entre dos centres importants com Martorell i Igualada sobre l'eix Barcelona – Saragossa va ser el lloc ideal. Aquesta doble situació estratègica (aprofitament del Llobregat i bones infraestructures de transport) justifica l'elecció del lloc de l'assentament.

L'any 1846 Miquel Puig compra el molí fariner de "Broquetes" situat en el marge dret del riu Llobregat a Esparreguera. El seu interès no només es centrava se el molí, sinó en la ubicació i la roda hidràulica que el feia funcionar.

La fàbrica es posa en funcionament el 1850, i se centra en la producció de filats i teixits de cotó. En el començament, disposava de 3.500 fusos de filar i 100 telers mecànics propulsats per la vella roda del molí, treballaven 150 persones.

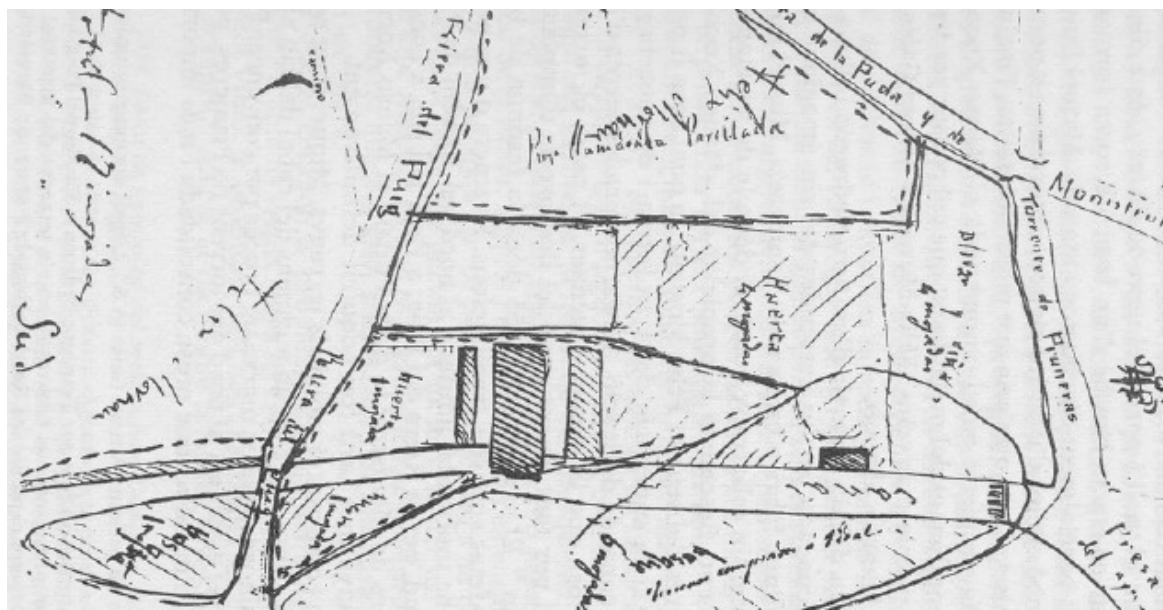


Figura 49. Dibuix que representa el projecte de Miquel Puig (1850). Font: Museu Colònia Sedó

L'any 1853 es substitueix la roda hidràulica per un altre més gran que aportava més rendiment, importada d'Anglaterra i comença a convertir-se en una de les empreses més grans i importants en la història econòmica i industrial de Catalunya.



Figura 50. Imatge roda hidràulica. Font: www.curiosfera.com

L'any 1863 Miquel Puig mor i el substitueix el seu fill Josep Puig i Llagostera, era un home pràctic i considerava la modernització de l'empresa i per això el mateix any instal·la la primera turbina que substitueix la roda hidràulica, i el 1867 la fàbrica obre una secció destinada al blanqueig, amplia la fàbrica i inicia la construcció d'habitatges per als treballadors.

L'any 1875, Josep Puig sol·licita l'autorització per construir la presa i el canal del Cairat i adquireix més màquines de filar i telers, fins a arribar als 2500 fusos i 500 telers. A la mort de Josep Puig el 1879, la fàbrica canvia de nom passant a denominar-se Antoni Sedó i Companyia. És el seu administrador i substitut Antoni Sedó i Pàmies que culmina el procés de creixement, formació i consolidació de la colònia industrial. D'aquí en endavant portarà el nom de la Colònia Sedó.

Aquest nou propietari porta a terme una política industrial i d'expansió, posant en marxa el canal del Cairat, amb la incorporació de la segona turbina en 1881. S'amplia la colònia obrera amb la construcció de nous habitatges per als treballadors i la implantació de botigues, escoles, l'església...

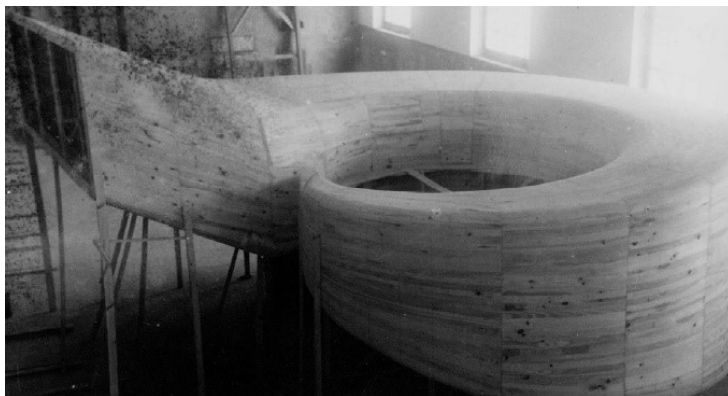


Figura 51. Motlle de fusta per a una de les turbines Francis. Font: Museu de la Colònia Sedó

L'any 1899 s'encarrega a l'empresa Planas i Flaquer, la fabricació de dues turbines de 1.400 i 200 cavalls, i, més tard, l'any 1901 dues de 120 i 1280 cavalls. La maquinària tèxtil augmenta i es modernitza i comencen a proveir a l'exèrcit espanyol. L'any 1903 es construeix al peu del Cairat la central hidroelèctrica amb dues turbines. La fàbrica va arribar a treballar dia i nit. El producte amb més vendes eren les "panes" exportades a l'Amèrica Llatina, en aquests moments el personal supera els 2.000 obrers i és la primera empresa cotonera de Catalunya.

Després de la guerra civil (1936-1939) s'arriba al màxim creixement de la colònia (2.500 treballadors) però també s'inicien els primers símptomes de dificultat en la comercialització dels productes que s'incrementen als inicis dels anys 70 coincidint amb la crisi del petroli, que culmina l'any 1980 amb el tancament de la fàbrica i la sortida de tots els obrers.



Figura 52. Imatge aèria Colònia Sedó (1940). Font: Museu de la Colònia Sedó

4.2.3. Poblament de la colònia

L'any 1877 es va començar a poblar la Colònia Sedó fonamentalment amb la immigració de treballadors del poble de Cogul (Lleida). Persones afectades per la pèrdua de collites d'ametlles a causa de les gelades. En 1901 van arribar nous immigrants, aquest cop provinents del Masroig (Tarragona), a causa de la invasió de la fil·loxera en les vinyes del Priorat. L'última immigració i la més important per la seva durada i nombre de persones, va ser l'afluència de gent de Múrcia i Almeria, atrets per les possibilitats econòmiques que va obrir l'Exposició Universal de 1929.

Aquest mateix procés d'immigració es troba per tot el país. A principi de la Revolució Industrial els immigrants venien de les zones rurals de Catalunya i posteriorment de la resta d'Espanya, sobretot del sud.

L'any 1887 habitaven en la colònia Sedó 503 persones, en 1910 eren 737 i en 1930 van arribar a 1820. S'observa clarament com el percentatge d'habitants creix considerablement des de la seva construcció i no va poder donar allotjament a tots els treballadors de la fàbrica.

Tant homes com dones com nens majors de 7 anys tenien l'obligació d'anar a treballar a la fàbrica. Aquests últims treballaven de forma il·legal i en les visites dels inspectors, per evitar problemes, eren amagats. La proporció de dones i nens que treballaven en la fàbrica era superior que la d'homes. Això ho podem observar en dades de l'any 1858, en què el nombre d'homes era de 61, 105 dones, 27 nens menors de 15 anys i 37 nenes menors de 15 anys.

La vida del treballador a Can Sedó estava molt controlada per la por de l'amo, pel fet que anés a treballar a un altre lloc o comparar els preus amb els de l'exterior. Era l'amo qui els mantenia i solucionava la vida i ells a canvi havien de guardar-li fidelitat.



Figura 53. Imatge de la vida Social en la Colònia Sedó. Font: Arxiu Municipal d'Esparreguera

4.2.4. Estructura i funcionament de la fàbrica

L'indústria tèxtil de Can Sedó, era especialitzada en la fabricació de teixits de cotó de pana. El seu sistema de fabricació estava dividit amb seccions molt precises (cada secció del procés és una nau industrial).

La primera secció és on és dóna lloc la filatura. Està composta per batans que desenreda les bales de matèria primera, cardes per a pentinar el cotó, metxeres (que provoquen una torsió als fils), i continues que acaben de fer el fil.

La segona secció és la del teixit. Té ordidors, telers i ralladors.

I finalment la tercera secció s'ocupa dels processos d'acabat, amb el blanqueig, macetat, el tanteig i el perxat.

A part de la principal línia de producció, hi ha un gran nombre de seccions annexes que es distribuïen per tot el recinte industrial amb diferents tallers amb mà d'obra especialitzada la colònia era autosuficient, hi havia bombers, laboratoris, metges, paletes...

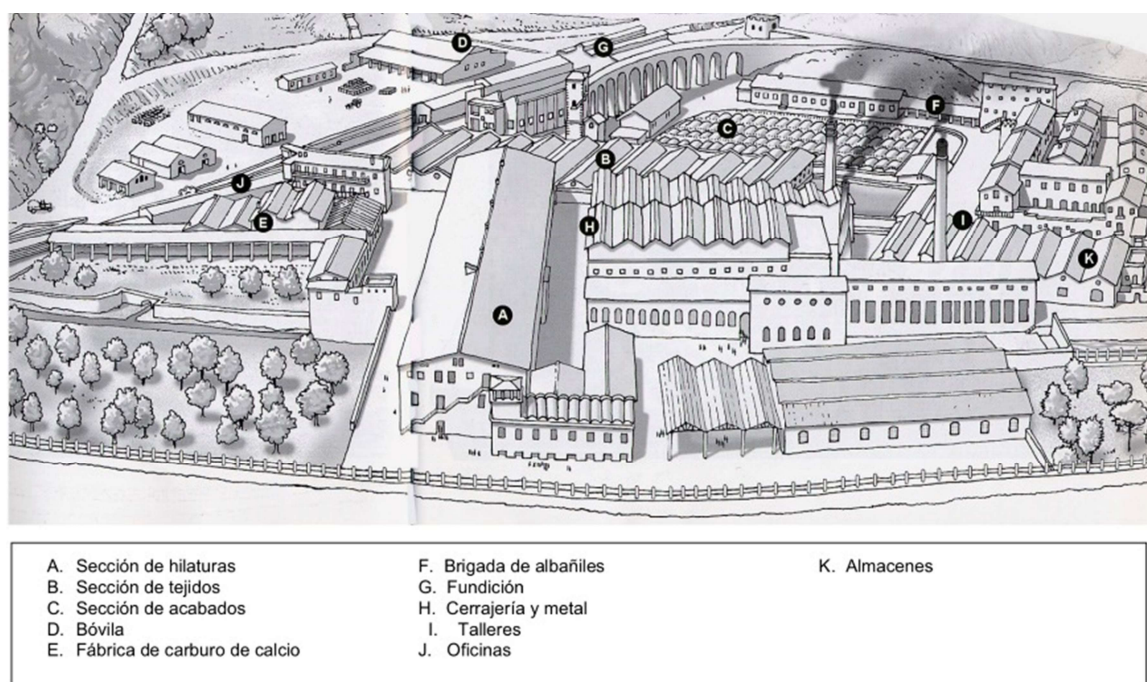


Figura 54. Dibuix de les seccions de la Colònia Sedó. Font: Museu de la Colònia Sedó

Hem de tenir en compte que en aquesta indústria cotonera, la matèria primera és d'importació i molt voluminosa, i que el producte acabat també és voluminós i la majoria es dedica per a l'exportació. En aquella època les carreteres estaven en un estat lamentable, però l'any 1848 la Diputació de Barcelona prepara un pla general de carreteres i camins per millorar els principals eixos de carreteres. Un d'ells era el Barcelona – Saragossa, passant per Esparreguera, el que activava molt més l'activitat dels transportistes per la zona. A finals de segle, el tren assegurava una expansió més gran. La Colònia Sedó tenia l'estació de Martorell molt a prop, el que va afavorir les exportacions.

4.2.5. Altres colònies industrials de l'època.

La Colònia Güell:

La Colònia Güell és una colònia industrial situada al terme municipal de Santa Coloma de Cervelló (Barcelona). A part de ser una de les colònies més importants de Catalunya, és considerada un dels referents per estudiar l'arquitectura modernista d'Antoni Gaudí.

Va començar a formar-se l'any 1890, quan Eusebi Güell va traslladar la indústria tèxtil que tenia ubicada al districte de Sants (Barcelona). Com la majoria de colònies tenia: hospital, fonda, escoles, teatres, església, botigues... La fàbrica va tancar l'any 1973 per la crisi generalitzada del sector tèxtil a Catalunya.

Era l'única gran Colònia que no utilitzava l'energia hidràulica com a font d'energia, sinó la força del vapor per a posar en moviment la maquinària. La fàbrica va arribar a tenir 1200 treballadors, la majoria vivien en el recinte de la colònia.

A diferència de les altres Colònies Industrials de Catalunya. El seu amo, Eusebi Güell, va dotar a la Colònia Güell d'equipaments culturals i religiosos, i va incorporar el corrent modernista a les construccions d'aquesta. En el projecte participen Francesc Berenguer i Joan Rubió, arquitectes modernistes, col·laboradors de Gaudí, que adopten el seu estil.

De tota la Colònia, destaca l'església dissenyada pel mateix Antoni Gaudí, que es troba inacabada, ja que només es va construir la cripta, perquè l'any 1918 quan va morir Eusebi els seus fills no van continuar amb el projecte. En ella trobem les bases de la Sagrada Família de Barcelona. Va començar el projecte de la seva construcció l'any 1898 i l'any 1908 va ser quan es va col·locar la primera pedra.

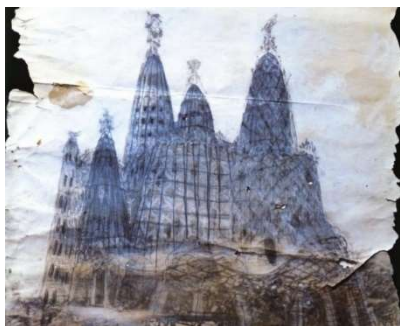


Figura 55. Dibuix de l'església completa. Font: wikiarquitectura.com



Figura 56. Cripta de la Colònia Güell. Font: rutasconhistoria.es

Recentment, la cripta d'Antoni Gaudí ha estat escollida com el millor Patrimoni Cultural d'Europa en els premis "Destí de Turisme Cultural Sostenible 2018". L'any 2005 va ser declarada Patrimoni de la Humanitat per la UNESCO.

Colònia Can Bros (Martorell): (1850)

Es tracta d'una colònia tèxtil protegida com a bé cultural al municipi de Martorell, molt a prop d'Esparreguera i junt amb ella al Baix Llobregat nord.

Al principi en l'espai on més tard es trobarà la colònia, hi havia una masia medieval. Aquesta, al segle XVII passà a mans de Jaume Bros, de qui va prendre el nom. Al segle XIX era propietat dels pubills del poble, i van decidir invertir tot el seu capital en la construcció d'una presa, un molí fariner i un canal per transportar l'aigua.

L'any 1817 es va instal·lar un molí paperer i una fàbrica de draps de la mà de Miquel Elies després d'haver sigut l'inversor que va reconstruir el canal, la presa i els molins destruïts per una forta riuada. Ell mateix uns anys més tard va construir una mansió d'estil neoclàssic amb una capella (1832).

És l'any 1852 quan la colònia tèxtil neix amb la família Castells, que venien d'Igualada. Es van instal·lar edificis d'habitatges, una escola, una església (d'estil neogòtic de l'arquitecte Joaquim Bassegoda i Amigó) i edificis pel procés de filatura.

La colònia va arribar a tenir instal·lats 108 telers per a la producció del tèxtil. Tres generacions de la família Castells van manar a Can Bros fins que l'any 1921 va quedar en mans de la família Fontdevila. La fàbrica va tancar les portes l'any 1967. El conjunt arquitectònic de la colònia està actualment en un procés de degradació bastant alt.



Figura 57. Colònia Can Bros (Martorell). Font: poblesdecatalunya.cat

4.3. L'energia hidràulica

4.3.1. Que és l'energia hidràulica

L'energia hidràulica és l'energia que s'obté de l'aigua, principalment la més utilitzada és l'aigua dels rius. És una font d'energia renovable i suposa el 7% del consum mundial d'energia primària.

De forma indirecta té al sol com a origen. És la radiació solar que en forma de vapor evapora l'aigua dels mars i oceans, creant núvols que es transformen en neu o pluja. Més tard, l'efecte de gravetat terrestre permet aprofitar els cabals de l'aigua descendents gràcies a les preses que s'utilitzen per retenir l'aigua en embassaments o pantans artificials.

La majoria de preses hidràuliques es destinen a la producció d'energia elèctrica actualment mitjançant turbines hidràuliques. Abans de la invenció d'alternadors i xarxes elèctriques, tota l'energia era transmesa de manera mecànica.

És l'únic recurs renovable que és emmagatzemable, fet que faci que sigui molt útil per atendre immediatament puntes de demandes d'energia, un altre punt a favor a tenir en compte és que canalitzar un riu és gratuït.

Però per altra banda, també presenta inconvenients per la dificultat de fer prediccions fiables dels cabals dels rius, ja que estan sotmesos a les variabilitats del clima i cicles de l'any. Un altre punt negatiu és l'efecte que causa la creació d'un embassament a la natura, amb problemes de variar el cabal del riu, erosió del terreny, pèrdua de terres fèrtils...

Actualment l'energia hidràulica segueix sent la font d'energia renovable més utilitzada arreu del món.



Figura 58. Presa Kariba Dam, Zimbabwe. Font: energiasolarhoy.com

4.3.2. Ús de l'energia hidràulica

Com ja hem comentat en apartats anteriors, l'ús del motor hidràulic era conegut des de fa temps i el carbó a Catalunya era molt car i escàs. Però no només aquest factor va ser el que va propiciar el començament de l'ús d'aquesta energia. Durant el primer terç del segle XIX, es van abordar diferents disposicions i tractes oficials que afavorien el ús lucratiu de l'aigua.

L'any 1835 i 1837 s'estableix el fi del règim senyorial de les aigües, qualsevol persona pot adquirir un molí i els seus drets d'ús corresponents, així com buscar aigües subterrànies. Per adquirir-ho i aprofitar l'aigua era molt senzill, només feia falta demanar una autorització al rei, dipositant un projecte detallat de l'ús que es donaria a la concessió de l'aigua (aquesta era gratuïta i duradora). Com a condicions, els propietaris estaven sotmesos a iniciar les obres abans de sis mesos i procedir a l'explotació en els dos anys següents de tenir la concessió.

És durant l'últim terç del segle XIX quan es produeix una concentració de indústries tèxtils cotoneres a prop als principals eixos fluvials catalans. Hi ha dues etapes diferenciades en l'adquisició de les concessions de l'aigua. El primer període és del 1840-1873 i té lloc en les conques dels rius Ter i Llobregat en les zones més properes a Barcelona. I el segon període de 1874-1899 és una extensió del primer, creant salts d'aigües en el Llobregat i en el Ter.



Figura 59. Il·lustració colònies tèxtils al riu Llobregat. Font: Museu Colònia Sedó

Components d'un aprofitament hidràulic:

Els components d'un aprofitament hidràulic evolucionen amb el temps però sempre són els mateixos. Són els següents:

Resclosa o presa: És un mur de contenció en el riu per recollir aigua, en els casos més grans forma un embassament.

Canal d'entrada: Curs de l'aigua desviada del riu per guanyar alçada sobre el mateix, a vegades l'aigua és conduïda a través un tub de grans dimensions.

Salt: És el punt màxim de desnivell de l'aigua desviada respecte del riu, en el punt més baix està instal·lada la roda o la turbina.

Canal de sortida: Curs de l'aigua un cop ha donat moviment a la roda o turbina, fins al seu retorn al riu.

4.3.3. Aprofitament de l'aigua del riu Llobregat

Com ja he esmentat en apartats anteriors, el recurs energètic principal de la Colònia Sedó ve proporcionat per la força motriu de l'aigua que provenia del riu Llobregat. La seva conducció a través d'un canal permet aconseguir un cabal suficient per moure les diferents turbines que s'instal·len en la fàbrica.

En el moment que Puig compra el molí de Broquetes, és per l'interès per la seva estructura hidràulica. Perfecciona la roda hidràulica i millora el sistema de transmissió de força a partir de politges situades en diferents eixos i connectades entre si per cordes o cintes. La primera roda disposa d'una energia equivalent a 94 CV que serà augmentada l'any 1850 fins a 120 CV per poder accionar la gran fàbrica. Més tard, l'any 1864 es va substituir la roda per una petita turbina que aprofitava molt més el rendiment de la força de l'aigua.

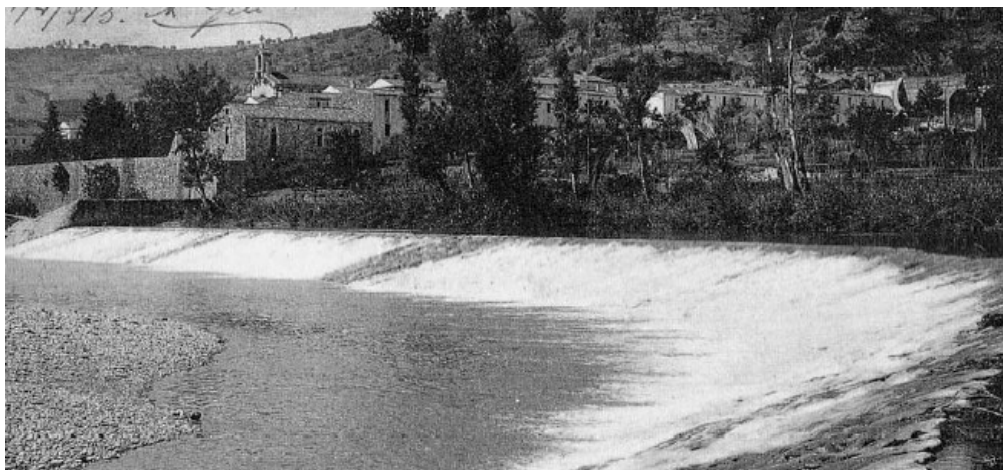


Figura 60. Presa de Broquetes (1912). Font: Museu Colònia Sedó

L'any 1870 es va comprar una altra turbina, amb una potència de 130 CV que va ser destinada per a la secció de blanqueig. Durant la segona meitat del segle XIX la indústria va créixer de forma que es necessitava més energia, s'adonaren que la presa de Broquetes era insuficient per a produir l'energia que requereix la nova indústria (el seu desnivell era de 5,02 metres). Per aquest motiu, i perquè el Llobregat és un riu que no disposa de gran cabal i tampoc manté una regularitat, s'observa que l'energia hidràulica inicial s'ha de complementar amb la construcció d'una segona presa més amunt que l'antiga de Broquetes.



Figura 61. Presa del Cairat. Font: Museu de la Colònia Sedó

Aquesta nova presa es construeix l'any 1878 aprofitant un tram estret del Llobregat, en la zona coneguda com El Cairat a 4 kilòmetres amunt de la colònia. A més de la presa també es va construir una primera central hidroelèctrica a peu de presa. Les obres es van acabar l'any 1880, i el cabal regular s'obté a partir d'una presa de 35,48 metres d'altura, un canal subterrani de 4 kilòmetres i un salt final de 30,46 metres. Aquest mateix any l'empresa va adquirir 4 turbines. A partir d'aquest moment la fàbrica funcionarà amb dues fonts d'energia, les dues provinents del Llobregat, una la Presa de Broquetes i la segona la Presa del Cairat.

L'any 1899 s'encarreguen dues turbines més a l'empresa Planes i Flaquer de Girona per a substituir dues existents. Una de 1400 CV per la fàbrica i una de 200 CV per l'enllumenat. Aquestes dues turbines funcionaven amb l'aigua provinent del Cairat. Les rodes dentades van ser suprimides i substituïdes per una politja-cable. A l'estar al costat de la sala de filats, l'energia es transmetia directament a la secció de filats i a la secció de blanqueig a través de transmissions subterrànies. En aquest moment la fàbrica tenia 10.422 fusos i 315 telers. Amb l'aigua sobrant s'aconseguia una força motriu suficient per moure altres petites turbines.

La turbina Planas proporcionava l'energia a partir d'un cabal permanent i les tres turbines de Broquetes i la Central eren alimentades per un cabal variable.

El següent document és del 12 de setembre de 1945, és un esquema general de les instal·lacions hidràuliques tal com estaven definides a principis del S. XX.

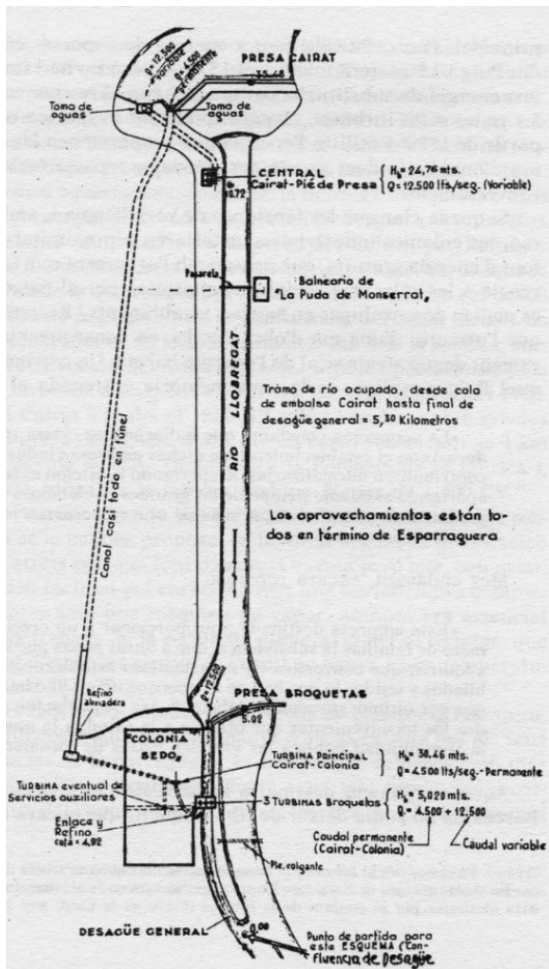


Figura 62. Recorregut de l'aigua (1). Font: Museu de la Colònia Sedó

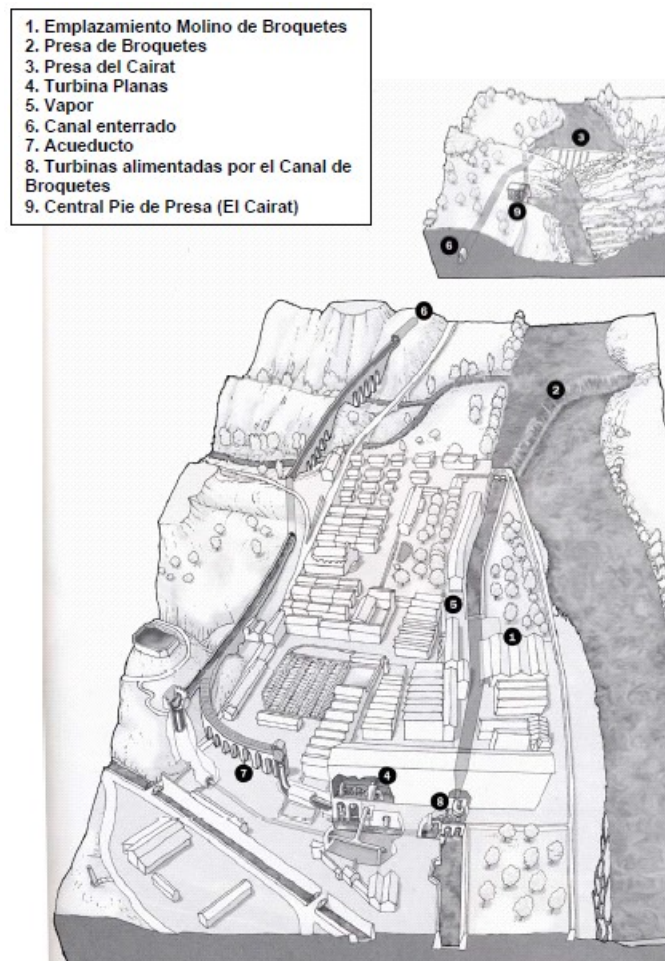


Figura 63. Recorregut de l'aigua (2). Font: Museu de la Colònia Sedó

A través d'aquests esquemes podem veure com s'aprofitava fins a l'última gota del riu Llobregat. Per les característiques excepcionals de la infraestructura hidràulica de la colònia i per la seva qualitat, hem de destacar-la com un conjunt únic i de gran valor patrimonial.

L'energia hidràulica no evita al llarg del segle XIX i principis del segle XX la necessitat de la màquina de vapor. Era essencial en els treballs de la secció de preparació del teixit, on s'havien de sotmetre els fils provinents dels ordidors a una immersió en aigua calent a una temperatura entre 27 i 30 graus. Totes les fàbriques que tenien secció de tint i blanqueig utilitzaven igualment banys d'aigua calent per als teixits.

A la Colònia Sedó encara podem veure les tres xemeneies que ens mostren que també s'utilitzava aquest mètode.

4.3.4. Les turbines hidràuliques

La turbina hidràulica és un element amb la funció de transformar l'energia continguda en l'aigua en energia elèctrica o mecànica. El seu precedent com hem vist durant la història de la Colònia Sedó, són les rodes hidràuliques. La diferència principal entre les rodes i les turbines, és que en les primeres l'aigua actua directament sobre elles per gravetat arrossegant una determinada part d'aquesta. En canvi, en les turbines, l'aigua actua sobre totes les paletes a la vegada recorrent la circumferència exterior i sortint per l'interior, millorant així el rendiment.

Hi ha tres maneres fonamentals d'aprofitar l'energia emmagatzemada en l'aigua:

- Pel seu pes
- Per l'impacte
- Per reacció

Les rodes hidràuliques d'eix horitzontal, aprofitaven el pes de l'aigua per arrossegar la roda vertical. El seu baix rendiment va provocar l'aparició de les rodes d'impacte amb l'eix vertical, per a poder instal·lar directament el molí sense necessitat d'engranatges que ocasionaven pèrdues.

A les rodes d'eix vertical, les van seguir les rodes de reacció amb l'eix també vertical, aprofitant que el fluid en moviment té el seu punt de suport en una paret mòbil.



Figura 64. Roda hidràulica eix vertical. Font: adurcal.com

La primera aplicació real d'aquest sistema es troba en la roda Segner: on un tub vertical condueix aigua fins als 4 -8 radis de sortida que són corbats, aquesta en sortir provoca una reacció que fa que l'eix giri en direcció inversa a la que surt l'aigua. Mannoury D'Ectot va simplificar la roda de Segner amb només dos radis oposats i corbats, i la va anomenar palanca hidràulica. Al principi

les pèrdues energètiques de les rodes horitzontals eren molt grans, però Euler l'any 1754, va proposar utilitzar un distribuïdor fix amb admissió i sortida d'aigua per tota la circumferència. L'any 1819, un enginyer anomenat Burdin va perfeccionar la teoria de Euler i va construir la primera màquina hidràulica anomenada turbina.

Les turbines en general disposen de dues parts principals: la primera és el distribuïdor, que és l'encarregat de conduir i dirigir l'aigua cap al rodet. I el rodet que rep l'aigua del distribuïdor, és el que provoca el moviment.

Es poden classificar en turbines d'acció i turbines de reacció:

Turbines d'acció: Aprofiten l'acció de l'aigua a pressió l'impactar contra una roda de culleres. Un exemple molt clar seria la turbina Pelton, molt apropiada per a salts grans d'altura (200 -1650 metres).

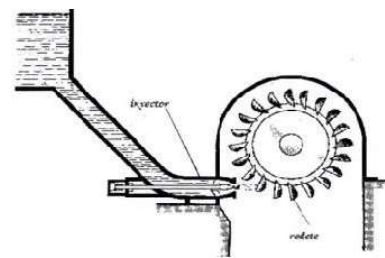


Figura 65. Turbina d'acció. Font: areatecnologia.com

Turbines de reacció: Aquestes aprofiten la reacció de l'aigua al sortir del rodet, impulsant a aquest mateix. La turbina Francis (15-200 metres) és apropiada per a salts mitjans, i la Kaplan per a salts petits (3-30 metres).

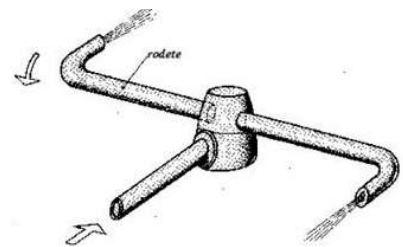


Figura 66. Turbina de reacció. Font: areatecnologia.com

Una altra classificació que poden tenir és segons la direcció en què arriba l'aigua al rodet:

Turbines axials: L'aigua entra el rodet en la direcció de l'eix.

Turbines radials-axials: L'entrada de l'aigua és en sentit radial i la sortida paral·lela a l'eix.

Turbines tangencials: L'aigua entra tangencialment a l'eix.

Els 3 models de turbina més utilitzats són: la Pelton, la Francis i la Kaplan.

La potència aprofitable (P) de les turbines es calcula amb la següent fórmula: (Q= cabal, H= altura, CV= Cavalls vapor)

$$P = Q \times H = Kgm/s$$

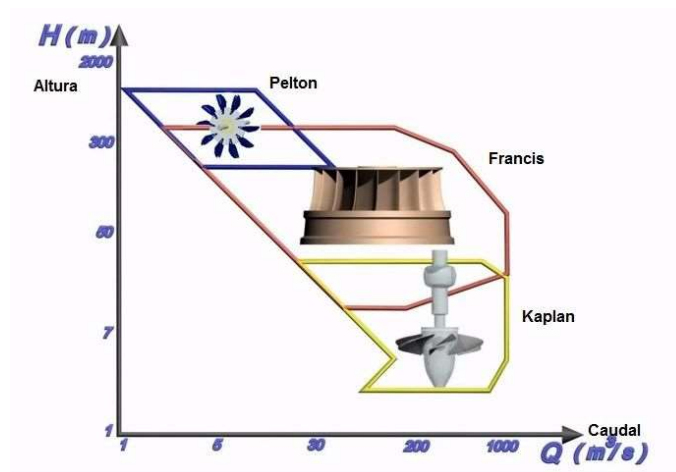


Figura 67. Relació salt d'altura i cabal. Font: areatecnologia.com

Turbines Pelton

Pertany a les turbines d'acció i l'aigua arriba tangencialment a ella.

Es divideixen en senzilles o dobles. Les rodes Pelton senzilles tenen unes paletes en forma de cullera, i en canvi, les dobles les tenen amb forma de doble cullera, aquestes pertanyen al rodet.

L'aigua a pressió és disparada en el centre de les paletes. Aquesta turbina serveix per grans salts fins a 1650 metres i per a petits cabals. Arriben a tenir un rendiment del 90%. Normalment tenen l'eix col·locat horitzontalment, i una regulació del cabal de l'aigua d'entrada de forma manual o automàtica, regulant al mateix temps la seva velocitat.

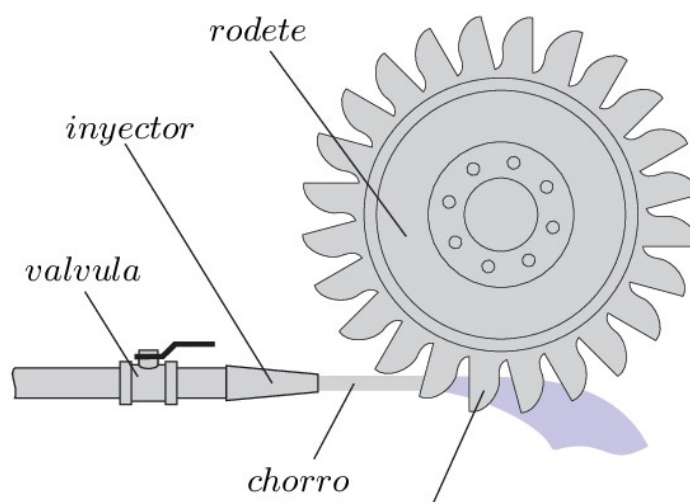


Figura 68. Esquema funcionament turbina Pelton. Font: researchgate.net

Turbines Kaplan

La turbina Kaplan va sortir al mercat l'any 1912. Aquest tipus de turbines s'utilitzen per petits desnivells que poden oscil·lar entre els 3 i els 30 metres. Un altre de les característiques és que el nombre de voltes pot anar des de les 450 fins a les 800 r.p.m.

Les turbines Kaplan treballen amb una pèrdua en la sortida de fins a un 40%, el que provoca la utilització d'un gran difusor per recuperar part de l'energia perduda.



Figura 69. Esquema i imatge turbina Kaplan. Font: areatecnologia.com

Turbines Francis

Va ser inventada pel nord-americà James Bicheno Francis en l'any 1849. Un cop inventada, el mateix Francis va perfeccionar-la per aprofitar al màxim l'efecte de la reacció. Actualment és la més estesa arreu del món, i la més utilitzada en salts de petita i mitjana altura, però amb cabals relativament grans.

L'aigua entra a través del distribuïdor (una campana evita que l'aigua arribi al distribuïdor per dalt) cap al rodet. El distribuïdor disposa d'unes pales mòbils que són accionades per un regulador de velocitat, aquestes fan que l'aigua passi del distribuïdor al rodet amb un angle i velocitat determinats.

El rodet està format per una sèrie d'àleps. En aquesta mena de turbines l'aigua cau lliurement des del nivell superior a l'inferior, si no que és conduïda per una tubària i els conductes del rodet sempre estan plens d'aigua. Com ja hem esmentat, l'aigua entra al rodet en sentit radial i surt en sentit axial.

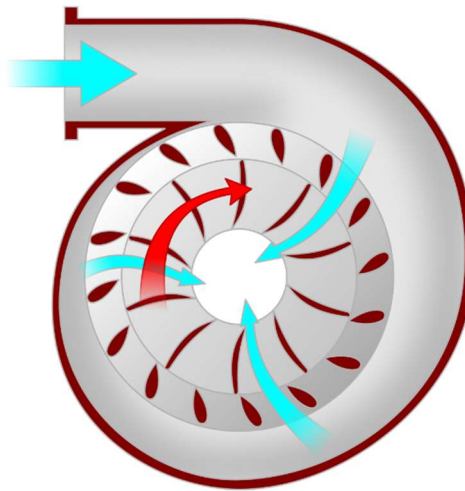


Figura 70. Esquema funcionament turbina Francis. Font: informe34mh.blogspot.com

La turbina Francis disposa d'un gran camp d'aplicació, tant amb el salt com amb el cabal. Hi ha diferents tipus d'aquesta per aprofitar els diferents salts d'aigua: la turbina Francis d'eix horitzontal (de rodet simple o doble càmera) i la turbina Francis d'eix vertical.

Les turbines Francis d'eix vertical amb rodet simple donen bons resultats en aprofitar petits salts d'aigua i molt cabal. Les turbines per a grans salts d'aigua s'han de construir com turbines lentes i tenir el rodet amb un gran diàmetre perquè no es revolucioni massa. En aquestes turbines, el tub d'aspiració ha de ser d'un menor diàmetre que el rodet, en les turbines Francis el rodet pot treballar submergit en l'aigua.

Per la construcció dels àleps s'utilitza normalment ferro fos d'una sola peça. Aquesta corona d'àleps es cargola a una campana de ferro que està unida a l'arbre de la turbina. La forma dels àleps és en cada punt la corresponent a la secció del pas d'aigua, que ve determinat per l'altura i velocitat del rodet.

La turbina Francis té diferents parts ben diferenciades:

Càmera espiral: Està constituïda per la unió successiva d'una sèrie de virolles que formen una espiral. La secció interior de la turbina va decreixent fins que realitza un tancament sobre ella mateixa. Amb aquest disseny, aconseguim que l'aigua circuli amb velocitat constant i sense formar remolins, evitant pèrdues.

Distribuïdor: El distribuïdor està format per un determinat nombre de pales mòbils, que constitueixen un anell que està situat concèntricament entre el predistribuïdor i el rodet. La seva funció és la de distribuir i regular el cabal de l'aigua que va cap a l'interior. Els elements que componen el distribuïdor són:

Pales directrius que són les pales mòbils, que cada una d'elles van igual amb les altres i poden orientar-se dintre uns límits, des de tancar totalment fins a la màxima apertura.

Equip d'accionament: Es tracta d'un conjunt de dispositius mecànics a base de servomecanismes, palanques i bieles, que constitueixen l'equip de regulació de la turbina, governat pel regulador de velocitat.

Anell de distribució: Amb els seus moviments, fa girar totes i cada una de les pales directrius, aquest moviment permet variar la secció del pas de l'aigua a través d'ell.

Bieles: L'eix de la pala directriu va agafada a l'anell de distribució mitjançant una biela.

Rotor: Es tracta de la peça fonamental mitjançant la qual s'obté l'energia mecànica desitjada i està unida rígidament a l'eix de la turbina i perfectament concèntrica amb el distribuïdor. Consta d'un nucli central, i al seu voltant trobem un nombre de pales repartides de forma equidistant i fixades al nucli.

Les pales estan unides per la seva part externa inferior a un anell, la part superior d'aquestes estan unides amb un altre anell el qual està subjectat amb l'eix de la turbina. La longitud i la inclinació respecte a l'eix de la turbina de les pales depenen del cabal, de l'altura del salt i de la velocitat específica de la turbina. Experimentalment s'ha establert que el nombre d'àleps del rotor ha de ser diferent dels àleps del distribuïdor, si no es poden produir vibracions en coincidir els espais dels dos conjunts.

Un component important del rotor és el difusor, és un cos en forma cònica i la seva funció consisteix a dirigir l'aigua que surt a través dels àleps del rotor, evitant xocs entre els mateixos àleps.

Tub d'aspiració: Consisteix en un conducte que uneix la turbina amb el canal de desguàs i té com a objectiu recuperar al màxim l'energia cinètica de l'aigua a la sortida del rotor. Es tracta d'un tub metàl·lic de secció circular que va augmentant gradualment el diàmetre de forma cònica.

Eix: L'eix és buit per dins per ser més lleuger i disposa de diferents coixinets guies per ajudar a la seva rotació.

Principi de funcionament de la turbina Francis:

La instal·lació d'aquesta mena de turbines es realitza generalment en centrals en les quals per a l'alimentació de l'aigua requereix l'existència d'un embassament. Una altra peculiaritat en la instal·lació d'aquestes turbines, és que el distribuïdor, el rotor i el tub d'aspiració es troben a una cota inferior respecte a la cota de l'aigua en la seva sortida.

L'energia de pressió de l'aigua embassada es converteix en energia cinètica en el seu recorregut pel conducte de descàrrega, la càmera espiral i el distribuïdor. Aquesta aigua provoca el gir del rotor al passar entre els àleps de la turbina. A la sortida del rotor, el tub d'aspiració produeix una succió i provoca que l'energia cinètica torni a ser convertida en energia de pressió.

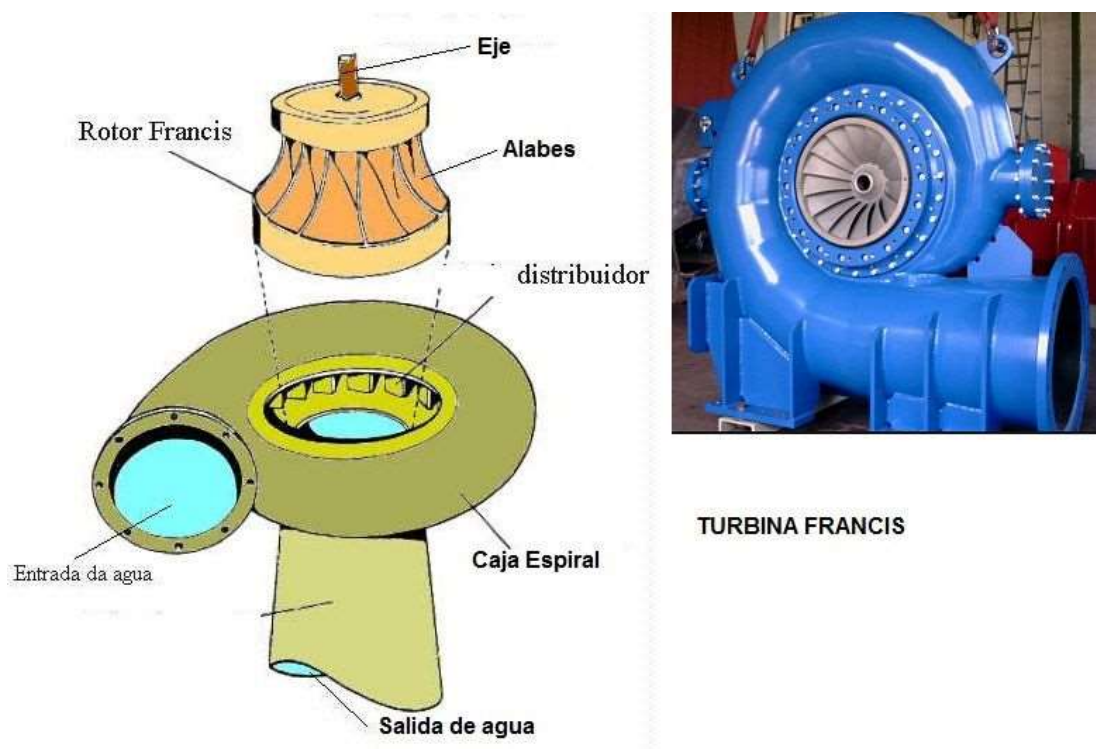


Figura 71. Turbina Francis. Font: areaytecnologia.com

4.3.5. La turbina de la colònia Sedó

La turbina més gran de la Colònia Sedó és la peça central del museu. En la seva època va ser una de les turbines més grans en envergadura construïdes en Europa. Aquesta turbina mou el sistema d'embarrats per la seva força mecànica provinent de la rotació del seu eix, a través de cordes i politges. Més tard, es posa un alternador a l'eix que produeix corrent elèctric continu.

La turbina instal·lada en la Colònia Sedó és de tipus Francis. La turbina rebia aigua de la presa del Cairat, situada a uns 3 kilòmetres. Des d'allà a través de túnels i aqüeductes arribava fins a la turbina amb un salt d'aigua anterior d'uns 30 metres. Aquesta turbina estava feta amb ferro fos, i fou instal·lada a principis d'octubre de 1881 per Antoni Sedó. Es va construir a Girona per Planas Flaquer & Cia. La turbina produïa una potència de 1400 CV, en un principi només transformava l'energia cinètica de l'aigua en energia mecànica, aquesta energia mecànica es transmetia a altres seccions per mitjà de cordes, que més tard van ser canviades per corretges de cuir.

El seu eix està col·locat de manera horitzontal. La pressió d'entrada de l'aigua era de 2 atmosferes. La turbina disposa d'unes aspes regulables de forma manual amb el fi de posar-la en funcionament o parar-la. Per posar-la en funcionament aixecaven les aspes i per desconnectar-la les baixaven. Aquest procés el realitzaven mitjançant una bomba hidràulica d'oli, amb uns tubs que comunicaven a uns pistons que obrien o tancaven més o menys les pales segons la potència que utilitzaven.



Figura 72. Turbina Francis Colònia Sedó. Font: MNACTEC.cat

Per encendre la turbina era necessari:

1. Obrir la comporta de l'aigua
2. Treure pesos del fre i obrir pales a poc a poc. Quan la turbina arribava a 180 o 190 r.p.m es posaven en marxa els automàtics.

3. Tancar la corretja de l'embarrat, parar la turbina petita i baixar la purga.

Amb aquesta turbina tan potent es va substituir el sistema de les rodes dentades per una "politja-cable". L'energia es transmetia directament a la secció de filatura i per cable subterrani cap a la de blanqueig. Al començament del S. XX l'empresa declarava 10.422 fusos i 315 telers, el doble que l'any 1845.

Aquesta turbina permetia un cabal de 12,5 m³/s. L'aigua que passava per la turbina Planas tornava al riu però primer tornava a ser utilitzada en la turbina de la presa del molí vell, de tal manera que utilitzàvem dues vegades els mateixos recursos hidràulics. Amb 12500 L/s variables s'alimentaven dues turbines Planas que tenien un cabal permanent de 4500 L/s variable.

L'any 1923 es va instal·lar una dinamo que era utilitzada en cas d'avaria de la turbina. I l'any 1940 es va treure les transmissions per corretges i van ser substituïdes per l'alternador (construït per l'Indústria Elèctrica Barcelona) que generava una intensitat de 210 Ampers i una tensió de 85 Volts produint una potència de 15 kW.

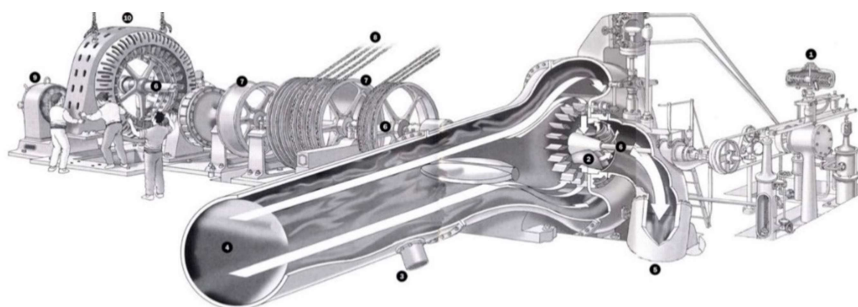


Figura 73. Dibuix Turbina Planas. Font: Museu de la Colònia Sedó

- | | | | | |
|--------------|----------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|
| 1. Regulador | 2. Rodet | 3. Purgador | 4. Entrada d'aigua | 5. Sortida d'aigua |
| 6. Eix | 7. Roda | 8. Cordes del sistema d'embarrats | 9. Excitriu | 10. Alternador |

La Presa del Cairat:

EL riu Llobregat té un curs fluvial que no disposa d'un gran cabal i tampoc té una gran regularitat. En aquells moments la presa de Broquetes amb un desnivell de 5,02 metres començava a ser escassa amb la producció més gran i l'increment de màquines de producció.

És llavors quan es construeix La presa del Cairat l'any 1978 aprofitant un tram estret natural del riu Llobregat en una zona coneguda amb el nom "El Cairat". Es troba a més de quatre kilòmetres de la colònia i té un salt d'aigua de 30,46 metres, podia regular un cabal d'aigua d'uns 12000 litres al segon.

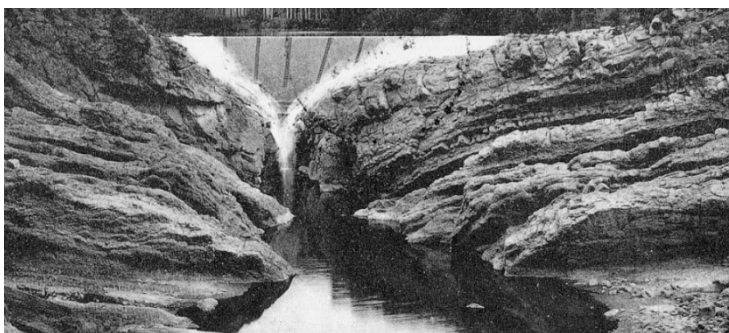


Figura 74. Presa del Cairat (1912). Font: enciclopedia.cat

Canal d'alimentació:

El canal que provenia de la presa del Cairat té una llargària d'aproximadament 4 kilòmetres. A través de la casa del dipòsit regulador descendeix una canalització de ferro que circula subterrània fins a arribar a l'edifici de filatures on alimentava a la turbina Planas. La seva secció circular és de 3 metres de diàmetre.



Figura 75. Interior canal d'alimentació. Font: Colònia Sedó



Figura 76. Canal d'alimentació descobert. Font: fontsaigua.wordpress.com

4.4. Arquitectura industrial a la Colònia

4.4.1. Introducció

En la Colònia Sedó d'Esparreguera no trobem cap element del modernisme com podem trobar en la Colònia Güell per exemple, el seu estil és molt més senzill i funcional.

En ella trobem l'estil d'arquitectura popular, amb alguns elements subtils del modernisme. L'arquitectura popular, igual que l'art popular, és de les classes populars, realitzada pels mateixos usuaris o per artesans amb escassa instrucció. Els edificis i les construccions d'aquesta arquitectura són funcionals, ja que s'adeqüen a la finalitat que tenen prevista. Una de les seves característiques és la gran economia de volum i obra, ja que els constructors busquen estalviar materials i treballs, i s'utilitzen tècniques senzilles.

Es troba molt integrada en el medi natural, rodejada per la seva llum i realitzada amb material de l'entorn i de fàcil accés, és una arquitectura que és aliena a les diferents modes.

Destaquen sobretot l'aqüeducte, les tres xemeneies i l'església d'estil neoclàssica.

L'arquitectura popular està influïda per les necessitats de protegir als habitants de cada zona en funció de les característiques climàtiques d'aquesta i condicionada pels materials de l'entorn. Això significa que hi ha una distribució per zones de l'arquitectura popular, arribant a trobar construccions populars típiques a diferents zones d'Espanya. Un exemple d'aquesta arquitectura, concretament a Catalunya, seria la construcció de masies.



Figura 77. Masia Can Fàbregas Del Bosc (L'Ametlla del Vallès). Font: es.vallesrural.cat

4.4.2. L'aqüeducte de la Colònia

És un dels elements característics de la colònia Sedó. Es tracta d'un aqueducte amb arcs i pilars. Aquest element amb una forma parabòlica té en un extrem una caiguda d'aigua de 30,46 metres i cobreix els últims 200 metres dels aproximadament 4 kilòmetres de canal des del Cairat. L'any 1940 es va cobrir el canal de l'aqüeducte.

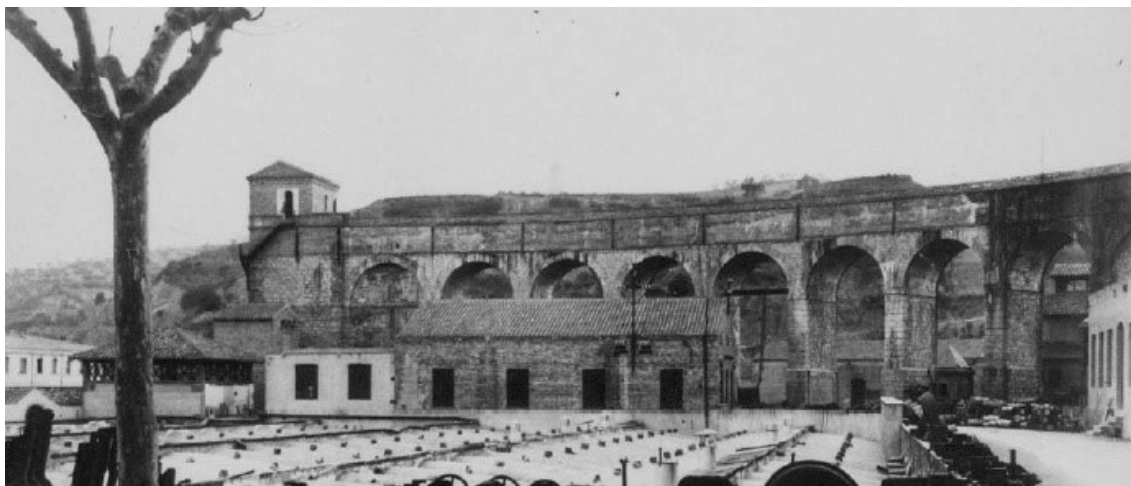


Figura 78. Vista de l'aqüeducte l'any 1930. Font: Museu de la Colònia Sedó.

Va finalitzar la seva construcció l'any 1880 junt amb la presa i tota la infraestructura per portar l'aigua del Cairat fins a la Colònia Sedó. Uns anys més tard, el 1899 es va construir l'edifici annex anomenat edifici de regulació hidràulica, la seva funció era la de regular el cabal de l'aqüeducte.



Figura 79. Edifici de regulació hidràulica. Font: Museu de la Colònia Sedó

4.4.3. Altres elements a destacar de la colònia

A part de l'aqüeducte, que és una peça clau del treball de recuperació virtual del projecte, trobem altres elements a destacar per la seva arquitectura:

La casa de l'amo:

La casa de l'amo destaca sobre tota la resta per les seves dimensions, en especial el seu jardí. Estava situada enmig de la colònia, entre la zona d'habitatges i la zona productiva. Així des d'allà podia controlar el moviment dels obrers en tot moment.



*Figura 80. Casa del amo.
Font: Pròpia*

L'església:

Aquest edifici religiós, d'estil neoclàssic, es va construir l'any 1892 quan dirigia la colònia Antoni Sedó. Als dos costats, s'ubiquen dues naus respectivament, eren les escoles, a una banda la de nenes i a l'altra la dels nens. Es trobava al mig de la colònia obrera, entre carrers d'habitatges dels treballadors.



*Figura 81. Església
Colònia Sedó. Font:
poblesdecatalunya.cat*

Xemeneies:

Les tres xemeneies és un dels espais més característics de la colònia, hi ha una helicoidal, una circular i una quadrada. Les tres s'utilitzaven per evacuar el vapor de les calderes. Crida l'atenció la xemeneia helicoidal, destinada a l'extracció del vapor de la secció d'acabats tèxtils, la seva alçada és de 25 metres.



Figura 82. Tres xemeneies de la colònia. Font: Museu Colònia Sedó

4.5. Consultes realitzades

Després d'haver visitat la Colònia diversos cops, vaig visitar-la amb dos components de l'associació, en Josep María Cobos i la Joana Llordella al costat de la historiadora Gràcia Dorel-Ferré per veure els elements més característics d'aquesta i m'expliquessin de primera mà anècdotes que més tard em servien per entendre el seu funcionament.

S'han fet recerques a la biblioteca del MNCATEC de Terrassa, en llibres sobre les Colònies Tèxtils a Catalunya i altres llibres o articles sobre la Colònia Sedó en particular. També s'ha visitat l'arxiu Municipal d'Esparreguera on hi havia documents sobre la formació de la Colònia i moltes imatges.

També s'han realitzat varies visites al Museu de la Colònia Sedó per recaptar informació sobre aquesta. Encara que principalment era per l'estudi de la turbina i per croquitzar i mesurar tots els elements que la conformen per poder modelar-los.

4.5.1. Entrevista a Josep María Cobos de l'associació amics de la Colònia Sedó

Com l'associació d'amics de la Colònia Sedó, té l'objectiu d'ajudar a recuperar el patrimoni de la Colònia i transmetre la seva importància. Era molt interessant concertar una entrevista amb algun membre per a saber els seus projectes i les tasques que estaven duent a terme. Per això es va fer una entrevista a Josep María Cobos, un integrant de l'associació.

L'entrevista és la següent:

Amb quin propòsit neix l'Associació de la Colònia Sedó? Quan neix?

L'associació neix a finals del mes de febrer de 2018, és quan es va fer l'acte oficial de constitució amb els ajuntaments d'Esparreguera i Olesa per a implicar els dos municipis.

El propòsit essencialment és el de protegir el patrimoni cultural i industrial de la colònia tant de la part que actualment és el polígon com de la part dels habitatges.

Un objectiu seria ampliar i renovar el museu actual, amb l'adquisició de nous espais de la colònia que actualment són propietat privada, com la casa de l'amo, habitatges...I també protegir aspectes de l'entorn que han tingut vinculació amb la colònia com la presa del Cairat.

Personalment, quins creus que són els punts forts de la Colònia Sedó respecte altres colònies del Llobregat?

A Catalunya hi ha una gran concentració de colònies tèxtils, si comparem amb el context europeu, trobem que és una situació atípica per la seva concentració tan gran. La majoria eren colònies petites amb un nombre d'habitants al voltant de les 200-400 treballadors. En canvi la Colònia Sedó en gran part de la seva història va tenir més de 2.000 treballadors, superant a totes les altres.

Les mides de les colònies anaven relacionades amb l'energia que eren capaces de produir. Si la Colònia Sedó només hagués utilitzat l'energia del canal de Broquetes hauria estat igual de gran que les altres. La Colònia Sedó va poder ser tan gran gràcies a la infraestructura única, composada amb la presa del Cairat, un canal de més de quatre kilòmetres, un salt d'aigua de més de 30 metres i una turbina única en aquella època.

Existeix algun projecte en curs per la recuperació del patrimoni de la colònia?

S'ha fet un projecte per declarar la Colònia bé cultural d'interès local (BCIL) per a aportar una major protecció als edificis i és una porta que ajuda a tenir accés a subvencions d'altres organismes com la generalitat, ministeri de cultura... Actualment està en mans de l'Ajuntament però amb les eleccions municipals ho han endarrerit tot, però s'espera que estigui tancat abans de nadal.

A partir del 29 de setembre el museu començarà a obrir tots els dissabtes i diumenges al matí, i la gestió de les visites anirà a càrrec de l'associació i del centre d'estudis del Baix Llobregat. Actualment s'estan preparant l'organització de les visites, monitors, guions...I sobretot també de la difusió d'una nova obertura, ja que el museu fins ara només estava obert el tercer dissabte de cada mes.

Compteu amb el suport de l'administració pública?

Contem, però necessitem molt més. Contem amb l'ajuntament d'Esparreguera principalment i per altra banda amb el MNACTEC propietari del museu de la Colònia Sedó. Hem d'intentar implicar el consell comarcal, la diputació, la generalitat...I ara actualment estem treballant per a poder crear una "taula" per poder seure amb representants d'aquestes administracions per poder promoure iniciatives.

També hem estat en contacte amb altres entitats que no són administració pública, com la PIMEC (Petita i Mitjana Empresa de Catalunya). Ja que a partir de la Colònia Sedó, es pot generar una activitat turística.

Teniu el suport dels ciutadans d'Esparreguera? Coneixen el vostre treball?

Per nosaltres tenir forces davant totes aquestes administracions necessitem un suport de la societat civil, no només dels socis, sinó també de la població en general. Per això s'han fet activitats diverses per donar a conèixer la colònia. Tot això fa que al voltat de la colònia es vagi generant un estat d'opinió i que faci que cada vegada sigui més difícil per part de les administracions posar-se d'esquena.

S'ha fet activitats amb algunes escoles d'Esparreguera, com l'escola el Puig. No només van fer una visita a la colònia, sinó que a més a més han fet una activitat molt més llarga i complex, han barrejat temes de química, matemàtiques, música... tot centrat en la Colònia Sedó.

Els mitjans de comunicació fan ressò dels vostres treballs i projectes?

Es podrien fer molt més, però ara mateix estem intentant que els mitjans de comunicació es facin ressò de la pròxima obertura del museu els caps de setmana.

El turisme industrial està creixent?

Sí, és una activitat econòmica que està en creixement i que pot arribar a tenir un impacte gran en determinades comunitats a nivell Espanyol i en l'àmbit internacional. A Espanya hi ha molts exemples d'aquesta activitat turística, pots anar per Astúries, pel País Basc i fer turisme visitant mines fabriques...

En altres llocs, aquest turisme industrial ha servit per dona vida a poblacions que havien anat apagant-se quan l'activitat industrial a la qual anaven vinculades anava decaient.

Que opines sobre l'estat de conservació del patrimoni industrial a Catalunya? Com ens situa respecte a Espanya o altres països Europeus?

A Catalunya hi ha una xarxa descentralitzada anomenada XATIC (Xarxa de Turisme Industrial de Catalunya) amb centenars de diversos museus de diferents àmbits repartits per tot el territori català. Aquesta xarxa té exemples molt bons de funcionament com per exemple el museu de les mines de Cercs. En el qual es va acabar l'activitat, el municipi es troba molt mal comunicat, però el museu i les activitats associades han fet que aquest poble petit tingui una vida i no estigui en runes. Però també hi ha exemples amb menys èxit, com és el cas de la Colònia Sedó que no es troba en bon estat i està descuidada. Així que en general tenim llums i ombres.

5

METODOLOGIA PER RECUPERAR I POSAR
EN VALOR EL PATRIMONI INDUSTRIAL

5. Metodologia per recuperar i posar en valor el patrimoni industrial.

5.1. Estudi del Terreny

A l'hora de virtualitzar l'aqüeducte i la colònia és molt important el terreny sobre el qual està situat. Per tant, s'ha dut a terme un estudi sobre el terreny per conèixer les desigualtats d'aquest.

Primer de tot era necessari un mapa topogràfic per saber a l'altura que es trobava l'aqüeducte respecte a el nivell de la Colònia Sedó i respecte a la presa del Cairat.

Em vaig posar en contacte amb els Serveis Territorials de l'Ajuntament d'Esparreguera i van posar a la meva disposició la cartografia de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, una cartografia en escala 1/5000 amb una precisió aproximada d'un metre.

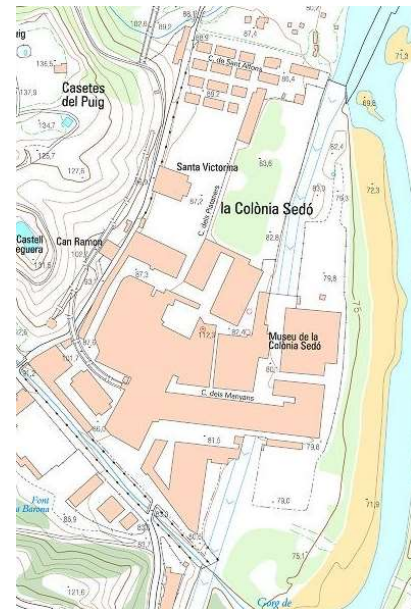


Figura 83. Mapa topogràfic espai Colònia Sedó. Font: Museu de la Colònia Sedó

Si ens fixem només en la part de l'aqüeducte, tenim una alçada de 87,6 metres aproximadament a la zona del camí que creua per sota:

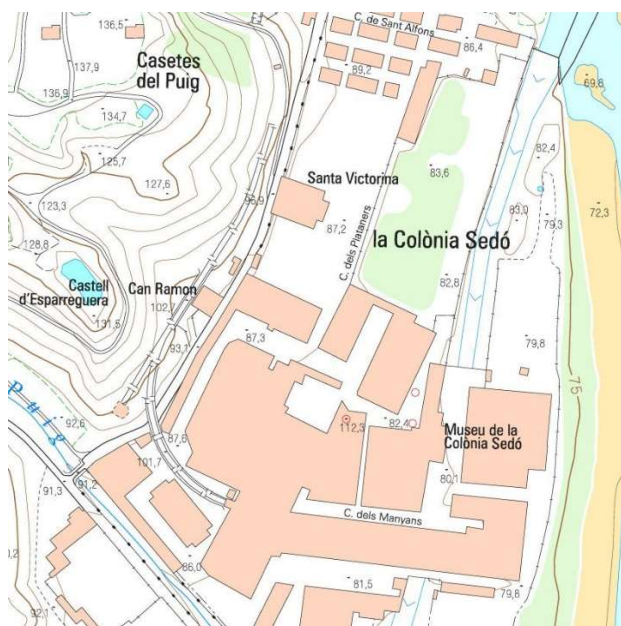


Figura 84. Mapa topogràfic espai Colònia Sedó. Font: Museu de la Colònia Sedó

Per mirar la diferència d'alçada entre l'aqüeducte i la presa del Cairat hem de veure l'alçada a la qual està la presa. Aquesta es troba a 109,6 metres sobre el nivell del mar (la zona per la qual comença a entrar l'aigua de la presa cap a l'aqüeducte).

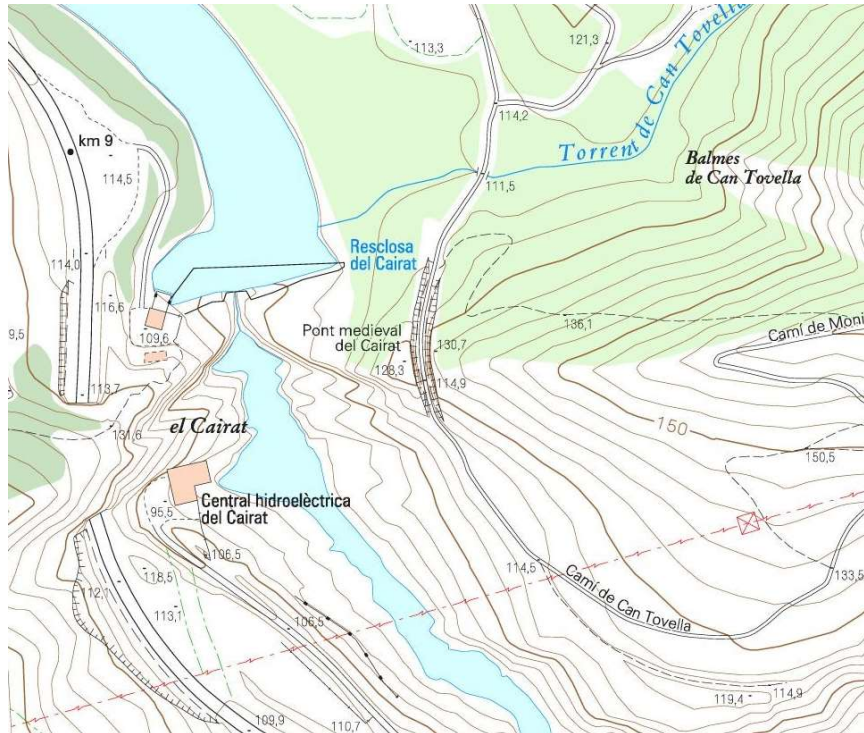


Figura 85. Mapa topogràfic espai presa del Cairat. Font: Museu de la Colònia Sedó

Si mirem la diferència entre les dues alçades diferents, trobem:

$$\text{Dif. alçada} = \text{Alçada Cairat} - \text{Alçada Aqüeducte}$$

$$\text{Dif. alçada} = 109,6 - 87,6 = 22 \text{ metres de diferència}$$

Segons els documents tenim que la distància de l'aqüeducte entre la presa i la turbina era d'uns 4 kilòmetres de llarg. Amb el Google Earth he fet una simulació de la ruta aproximada de l'aqüeducte i tenim que la llargària és 3.760 metres aproximadament, llavors prendrem aquesta dada per als següents càlculs:

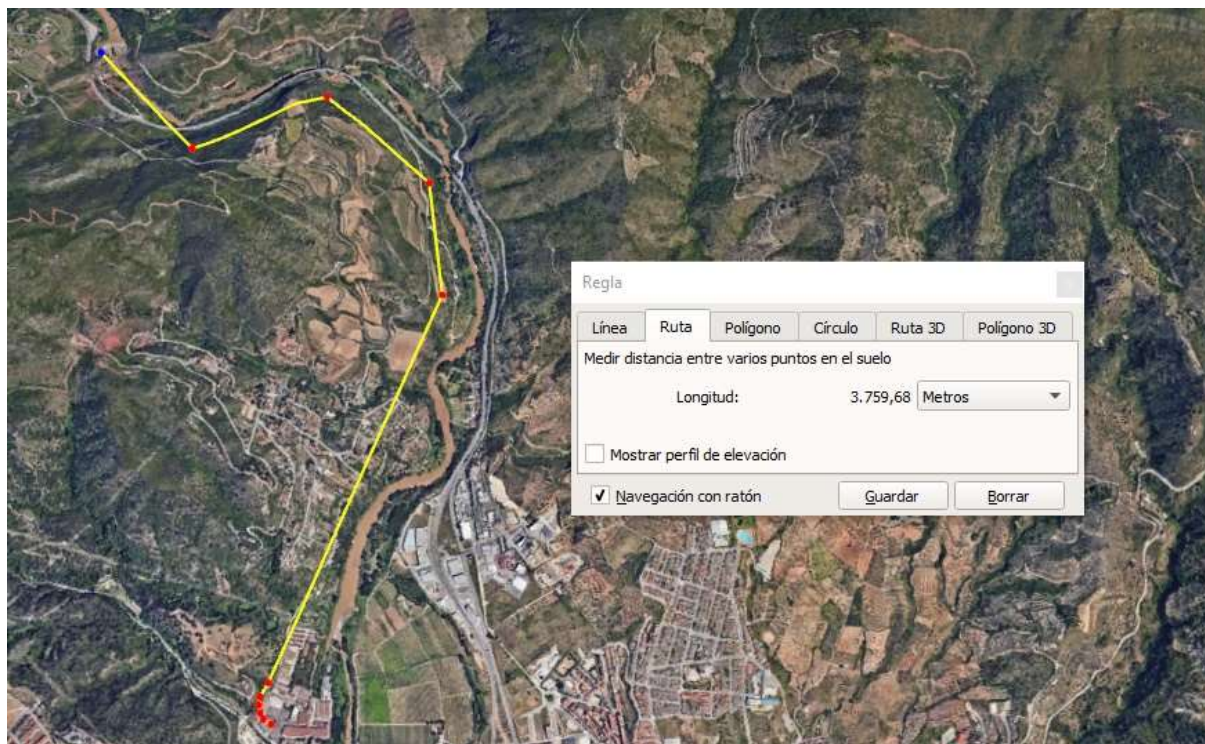


Figura 86. Esquema recorregut de l'aigua. Font: Pròpia

Per saber la diferència d'alçada en cada metre si tenim en consideració que la inclinació del canal és sempre igual, fem la següent fórmula:

$$\text{Diferencia en cada metre} = \frac{22 \text{ metres}}{3.760 \text{ metres}} = 0,0059 \text{ m}$$

Un cop tenim tota aquesta informació dels mapes topogràfics necessitem un terreny en 3D per poder situar el nostre model d'aqüeducte en ell. Per aconseguir el terreny en forma de malla poligonal 3D hi ha diverses maneres que es van dur a terme però només una va donar el resultat desitjat.

La millor manera era utilitzant un software específic per a enginyeria civil anomenat "CivilCad" i el mateix AutoCad. Aquest programa agafa les dades de posició (altitud i latitud) d'uns marcadors de posició anteriorment ja creats en el Google Earth Pro i crea una malla poligonal en tres dimensions. A l'hora de fer el terreny, he utilitzat dues malles: la primera i més gran que comprèn la presa del Cairat i la Colònia Sedó amb la mesura dels quadrats de 10 metres x 10 metres, i la segona, una altra malla que només comprèn la Colònia Sedó i és molt més precisa, ja que té quadrats d'1 metre x 1 metre.

La primera malla mencionada anteriorment:



Figura 87. Malla del terreny. Font: Google Earth

I la que només comprèn la Colònia Sedó:



Figura 88. Malla del terreny. Font: Google Earth

El marcador 12 és comú per tenir una referència alhora després de combinar les dues malles.

Un cop exportat a AutoCad tenim:

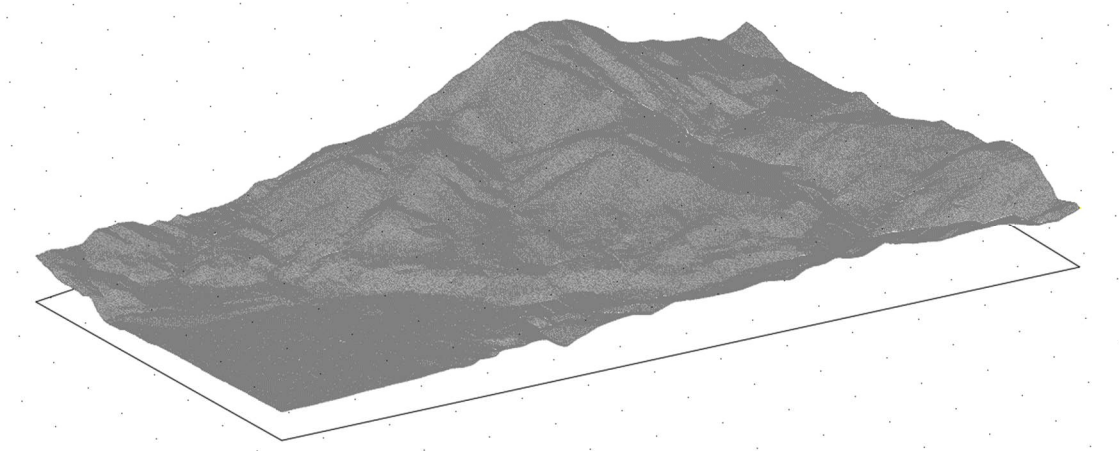


Figura 89. Malla del terreny AutoCad. Font: Pròpia

Si es fa la fusió de les dues malles tridimensionals i s'exporta al 3ds Max: S'afegeix una textura a la malla de l'espai de la Colònia Sedó, aquesta és extreta del Google Maps. De manera que en la imatge de la malla tindrem una referència d'on van els diferents edificis, i ens servirà d'ajuda per poder ubicar-los.

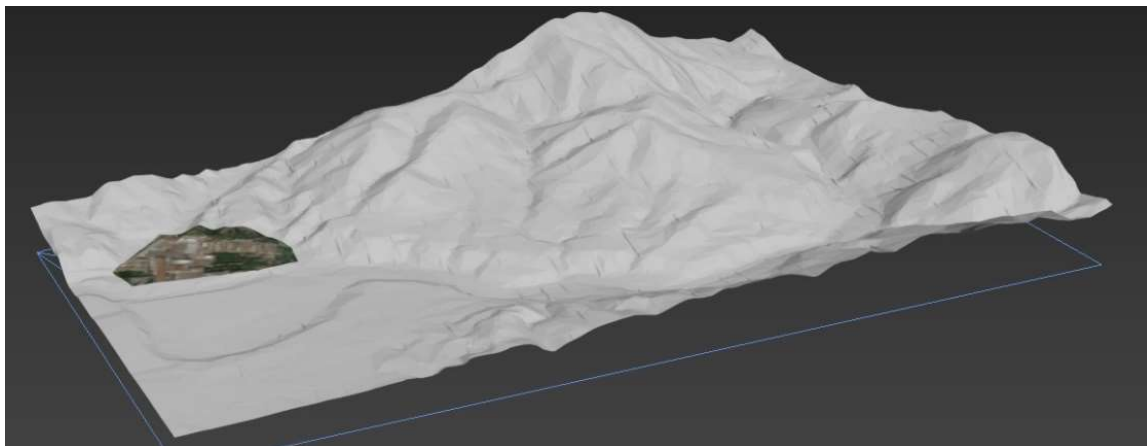


Figura 90. Malla del terreny 3ds Max. Font: Pròpia

En el modelatge del terreny afegim un pla i el posem a l'altura de l'aigua del riu Llobregat, d'aquesta manera el simularem. Perquè a l'hora de renderitzar sigui més fàcil veure els desnivells del terreny afegirem les línies del terreny extretes de CivilCad.

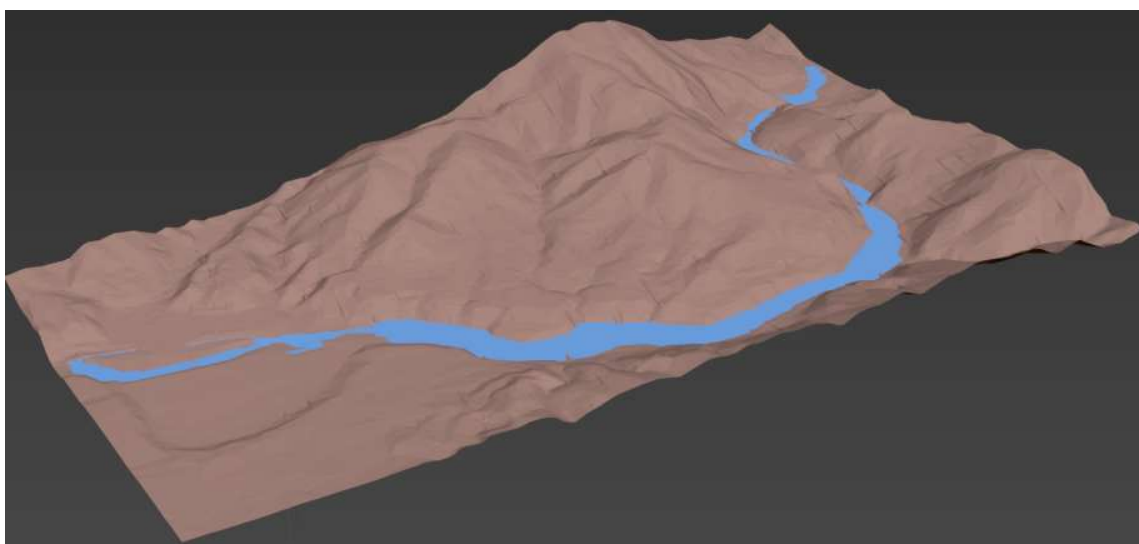


Figura 91. Malla del Terreny i riu Llobregat, 3ds Max. Font: Pròpia

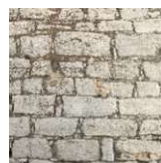
5.2. Desenvolupament del aqüeducte

5.2.1 Estudi dels materials:

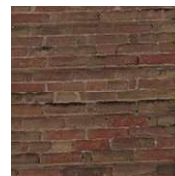
En aquest apartat es tractarà d'explicar els materials utilitzats per a la construcció de l'aqüeducte, i els utilitzats per les seves diferents parts que el componen.

Cal esmentar, que l'objectiu és desenvolupar una recreació virtual el més semblant a l'aqüeducte de la colònia en l'any 1920. Per això, per a l'elecció de materials, principalment he visitat l'edificació per poder observar els materials utilitzats.

Pedra: Existeixen nombrosos tipus de pedres diferents, depenent de la seva mida, composició, geometria... En el cas de l'aqüeducte, la pedra va ser utilitzada per realitzar els murs i pilars.



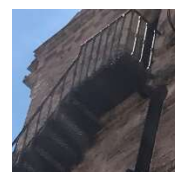
Maó: És un element en forma de paral·lelepípede feta d'argila assecada i cuita. El maó tradicional és massís.



Encofrats: Permetien el suport per poder realitzar elements constructius com arcs, era molt important que estiguessin molt ben construïts perquè l'edifici no caigui.



Metal·la: En concret, l'aqüeducte va utilitzar només ferro. S'utilitzava per a les finestres, escales, portes...



5.2.2 Modelat:

Per a poder modelar l'element arquitectònic necessitem prendre les mesures exactes de les seves diferents parts. Per aconseguir aquestes ho he fet de diverses maneres:

La primera és anant a la Colònia i amb l'aqüeducte davant, mesurar amb una cinta mètrica les distàncies possibles com alçada dels totxos, amplada de les columnes...

La majoria de mesures no eren accessibles o eren massa grans per poder mesurar-les amb la cinta mètrica. Per això s'ha utilitzat l'eina de mesurar polígons en tres dimensions del Google Earth que és bastant precisa.

Per determinar la seva exactitud de mesurament. Vaig mesurar la mateixa distància físicament amb una cinta mètrica i per Google Earth. La distància mesurada va ser la distància del pilar de l'extrem de l'aqüeducte.

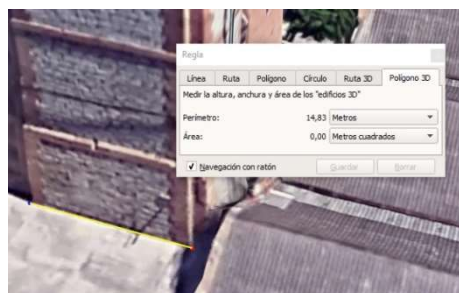


Figura 92. Mesurament amb Google Earth. Font: Pròpia

El resultat del mesurament in-situ és de 15 metres. Amb l'aplicació Google Earth la mesura és de 14,83. Hi ha una diferència de només 17 centímetres. Podem concloure que les mesures aportades pel programa són molt aproximades a la realitat, i que es poden utilitzar a l'hora de modelar. Les altures dels pilars, l'altura total, el radi de l'arc de l'aqüeducte...es va mesurar amb Google Earth, les captures de pantalla amb les diferents mesures les trobareu als Annexos. Per poder modelar tota l'estructura es va dur per diferents fases, ja que no tots els elements tenien les mateixes característiques.

La primera fase és fer l'estructura dels arcs i pilars que aguanta el conducte d'aigua que passa per sobre. Per a modelar-la, primer es dibuixa un conjunt de línies i arcs amb les dimensions anteriorment mesurades amb el Google Earth.

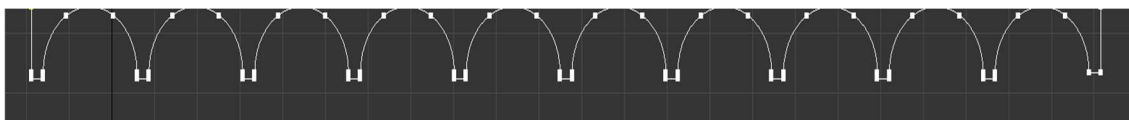


Figura 93. Croquis amb Línies i arcs. Font: Pròpia

Quan el conjunt és totalment tancat, s'agrupen tots i amb un modificador "extrude" l'extrudeixes fins a tenir l'amplada desitjada.

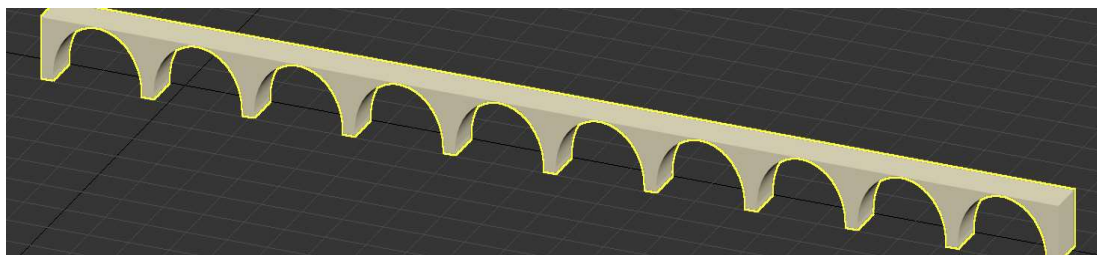


Figura 94. Operació extrudir. Font: Pròpia

Un cop modelat els arcs es comença a modelar els pilars, l'edifici on es troba la primera caiguda de l'aigua, els encofrats i les parets per on passa l'aigua. Els pilars estan fets a partir de tres sòlids diferents, això és a causa dels materials que té i més tard facilitarà la feina per la texturització. Per fer els encofrats utilitzem l'operació "bend".

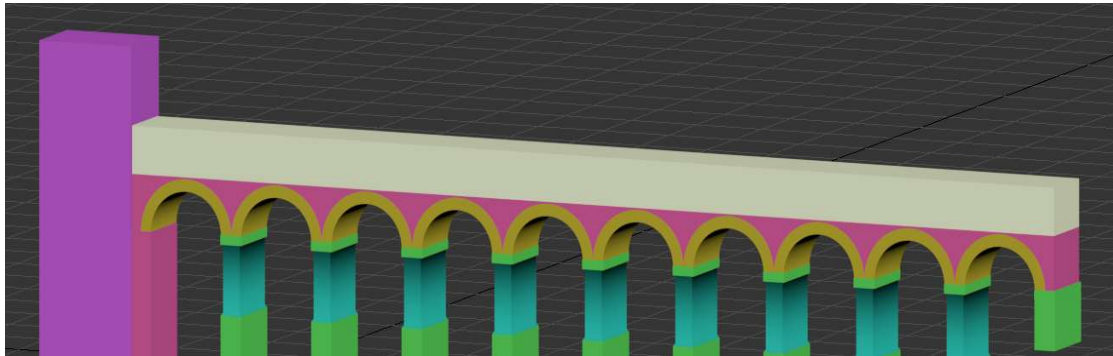


Figura 95. Primers sòlids de l'aqüeducte. Font: Pròpia

El pas següent és crear la part superior de la punta de l'aqüeducte i la teulada. També es posa el sòlid que reforça el primer arc de l'aqüeducte, ja que amb el salt d'aigua la part final de la construcció pateix molt.

Dibuixem la circumferència amb el radi de curvatura de l'aqüeducte per guiar-nos a l'hora de fer un blend de tots els elements. I el resultat és el següent:

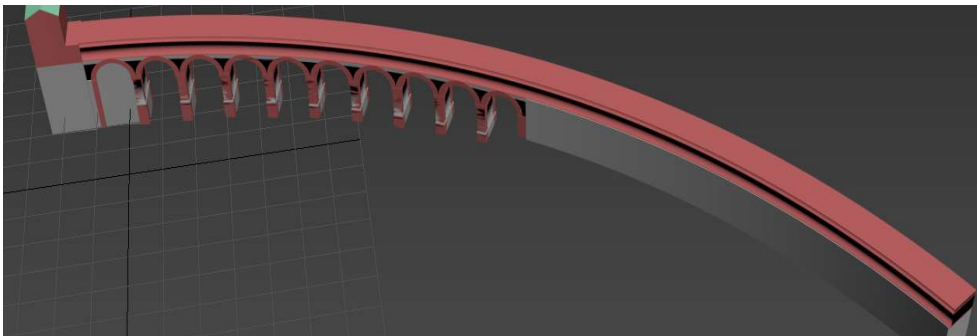


Figura 96. Modelat de l'aqüeducte després de l'operació "blend". Font: Pròpia

El pròxim pas és crear un sòlid de les teules en comptes d'un pla i una textura, aportant més realisme en la imatge. S'ha acabat de crear els elements "secundaris" com cornises, reixes de les finestres... L'escala s'ha creat mitjançant mesures extreïdes del Google Earth i per proporcions de l'alçada del total de l'escala i nombre d'escalons, ja que mesurar "in-situ" era impossible.

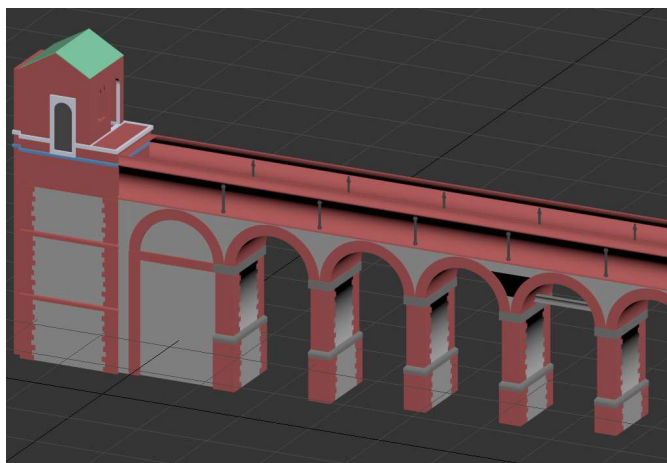


Figura 97. Modelat d'elements secundaris. Font: Pròpia



Figura 98. Modelat de l'escala. Font: Pròpia

L'últim pas és construir l'edifici de regulació del cabal d l'aqüeducte a la turbina. L'edifici actualment està amagat entre arbustos i és impossible accedir-hi, per extreure informació per modelar-lo s'ha utilitzat bàsicament imatges anteriors i la maqueta que està al Museu de la Colònia Sedó.

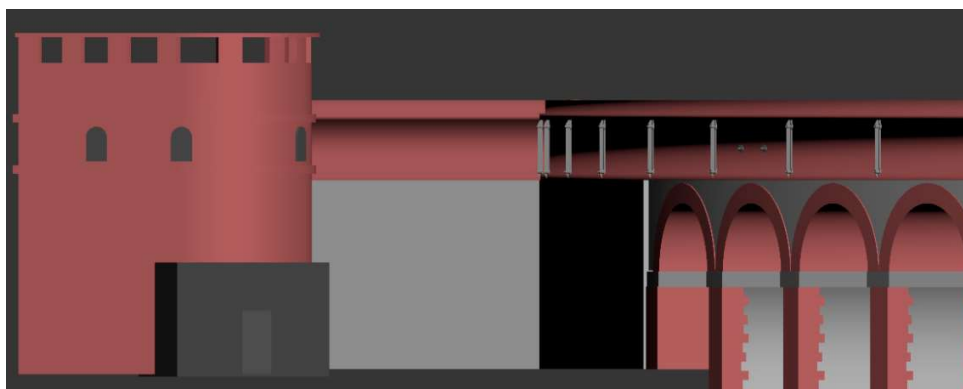


Figura 99. Edifici de regulació del cabal.. Font: Pròpia

El resultat final del modelatge és el següent:

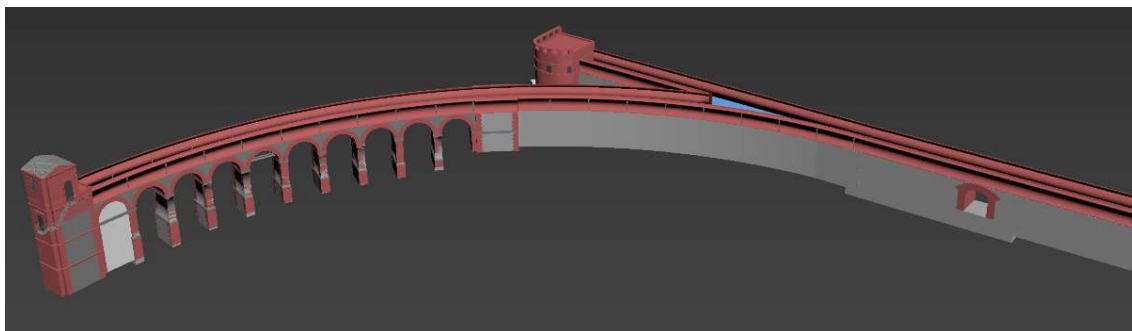


Figura 100. Modelat final de l'aqüeducte. Font: Pròpia

Dimensions generals:



Figura 101. Vista frontal de l'aqüeducte. Font: Pròpia

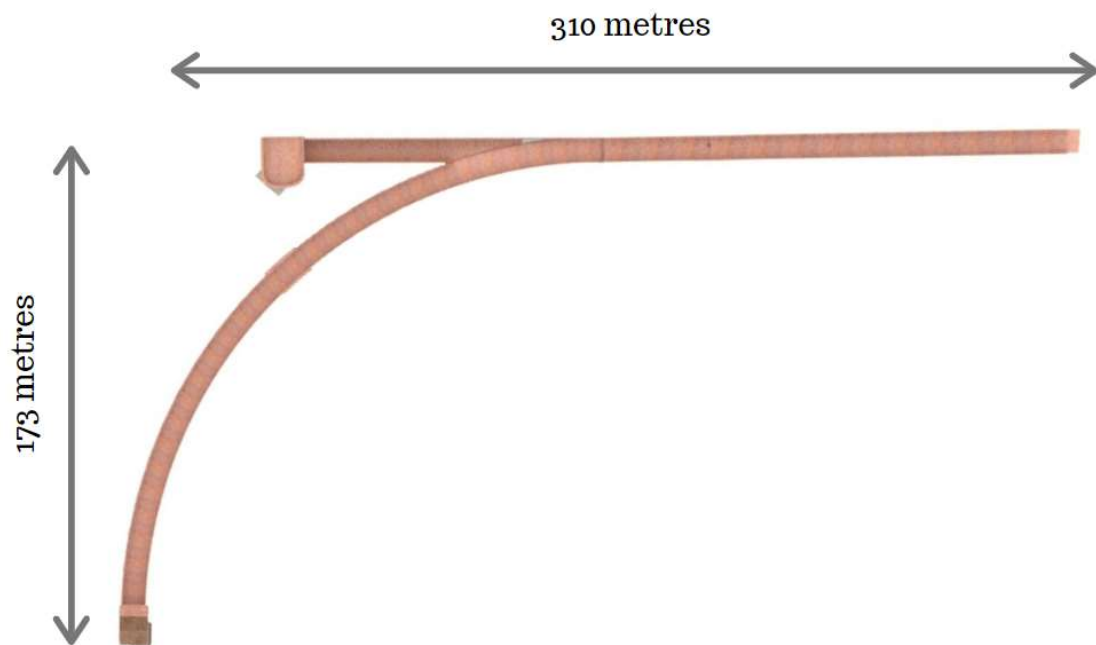


Figura 102. Vista superior de l'aqüeducte. Font: Pròpia

5.2.3 L'entorn de la colònia:

L'aqüeducte està ubicat dins del centre productiu de la colònia. Com s'ha esmentat en els apartats anteriors. Al seu voltant trobem molts més edificis i naus. S'han modelat la majoria dels edificis per creat l'entorn de l'aqüeducte.



Figura 103. Modelat de la Colònia Sedó. Font: Pròpia

En la zona d'habitatges s'han modelat diferents elements com els habitatges dels treballadors, la fonda, la casa de l'amo... El model tridimensional de l'església utilitzada ha estat extret de la biblioteca en línia "3D Warehouse" i és obra d'Eugeni Llopart (45).

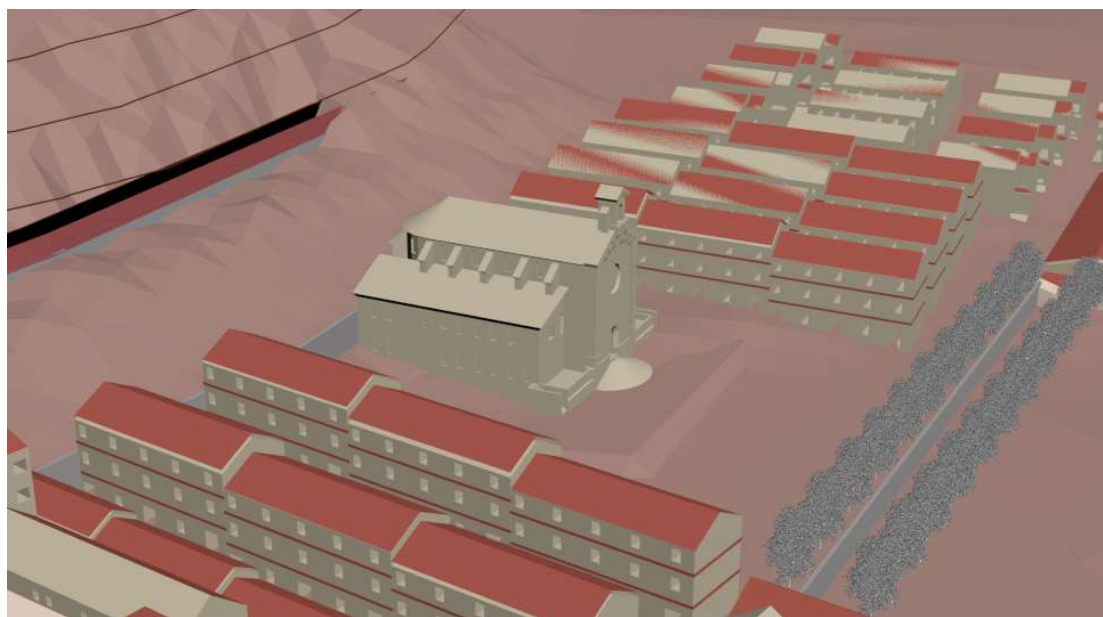


Figura 104. Modelat de la zona d'habitatges de la colònia. Font: Pròpia

En la zona productiva de la colònia també s'ha modelat totes les naus on es duia una part del procés de fabricació.

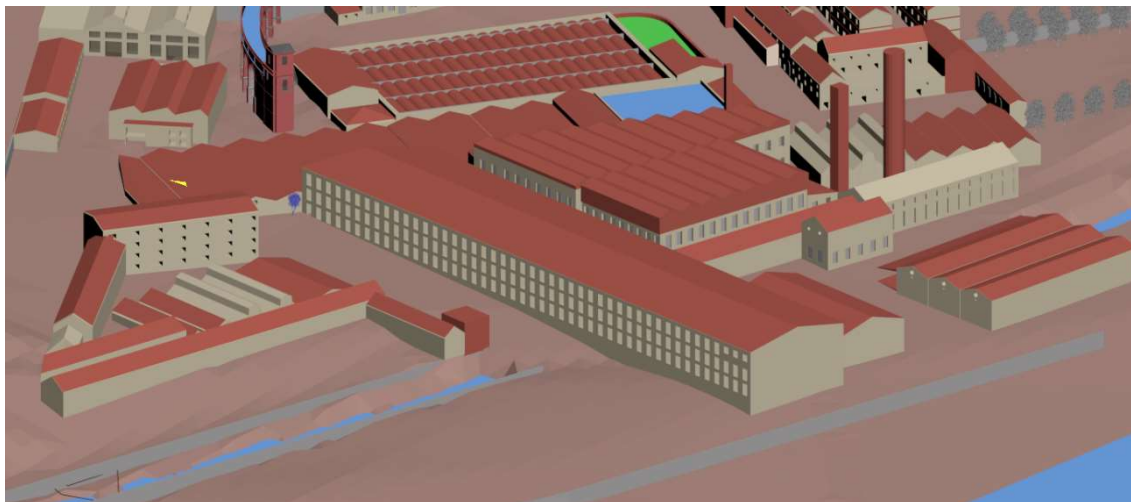


Figura 105. Modelat de la zona de producció de la colònia. Font: Pròpia

5.2.4 Renderitzat:

Per a renderitzar tot el model s'utilitza el motor de render Arnold com s'ha esmentat anteriorment. Arnold Render és desenvolupat per la companyia SolidAngle, moltes pel·lícules d'animació han utilitzat aquest motor per renderitzar les imatges, algunes són: Monster House, Captain America, Gravity...

Un motor de render ens dona una quantitat immensa de possibilitats per jugar amb la qualitat i el realisme de la nostra imatge final segons la capacitat que tingui l'equip que s'utilitzi. En aquest apartat es parlarà superficialment de les opcions que s'han utilitzat en aquest treball per adaptar-les a les necessitats que s'han anat presentant. Els mètodes de renderitzat d'Arnold ens aporten una major qualitat de renderitzat, però són més exigents quant a recursos, fent que tardin més les imatges a renderitzar-se.

Un motor de render funciona prenent mostres de l'ambient o l'objecte que es vol renderitzar, és a dir: El motor envia un raig cap a cada punt de la vista. Fins que rebota amb algun objecte en 3D i retorna, d'aquesta manera es comprova com es comporta aquest objecte respecte a un raig directe de llum, a això s'anomena mostres primàries. La llum no només incideix en un objecte directament, sinó que des de l'emissor de llum rebota en altres objectes i arriba indirectament fins al lloc on es pren la mostra, aquestes són les mostres secundàries. Evidentment, com més mostres s'emeten (primàries i secundàries) tindrem més qualitat, però tardarà més el render.

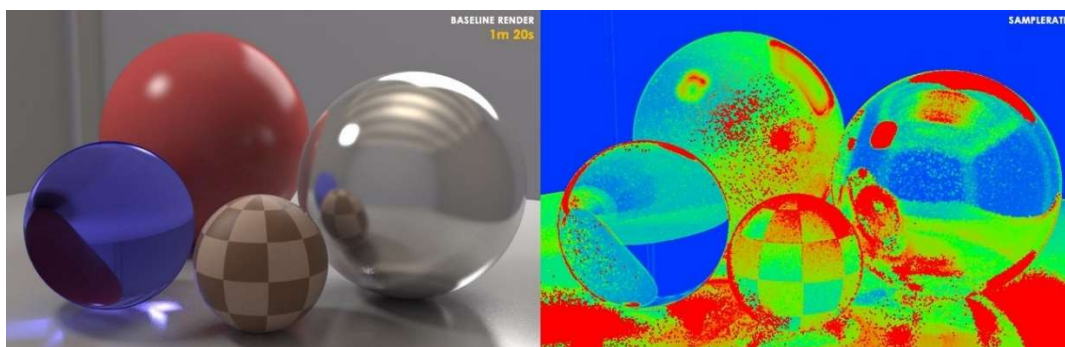


Figura 106. Comparació de canals. Font: rendermotion.com

En la imatge anterior es pot observar de forma molt més visual el concepte explicat anteriorment. A la dreta trobem la imatge del canal “sample rate”, i a la imatge de l'esquerra tenim el canal RGB, és a dir, el render finalitzat. D'aquesta manera s'observa visualment la quantitat de mostres que s'han pres amb cada píxel segons el seu color, el vermell és la quantitat més gran i el blau i el menor.

Els ajustos bàsics de render es poden trobar fàcilment en “Render Setup” i es poden aconseguir renders amb molt bons resultats després de fer quatre ajustos.

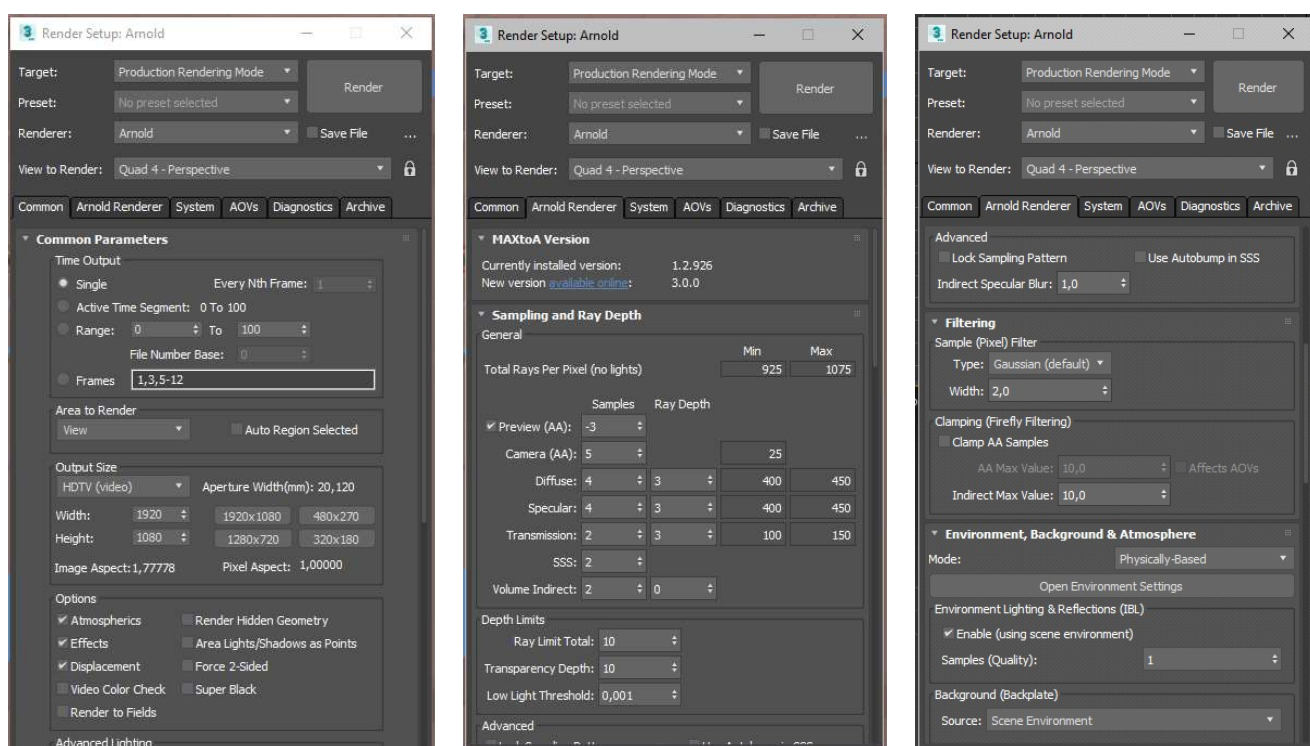


Figura 107. Render Setup Arnold (aqüeducte). Font: Pròpia

Les imatges anteriors són una captura de pantalla dels valors i la configuració del motor de render. A la primera pestanya “common” trobem els ajustos principals com: L'extensió de l'arxiu

de la imatge que renderitzarem. Si volem fer una imatge o una seqüència d'imatges i la resolució d'aquesta. La resolució utilitzada per les imatges fotorealistes creades pel projecte es 1920x1080.

En la pestanya "Arnold Renderer" trobem ajustos per aconseguir el resultat desitjat. Aquests ajustos estan separats per grups, aquests són: Mostres i profunditat dels raigs ("Sampling and Ray Depth"), filtratge ("Filtering"), entorn i fons ("Environment, Background & Atmosphere"), desenfocament de moviment ("Motion Blur"), geometria ("Geometry"), textures ("Textures") i operadors ("Operators"). Els ajustos que s'han modificat per renderitzar les imatges són els del grup "Sampling & Ray Depth". A continuació explicarem les seves funcions:

Camara (AA):

Es tracta del control sobre el nombre de raigs per píxel que seran rastrejats per la càmera. Com més gran sigui el nombre de mostres, millor serà la qualitat i majors els temps de renderitzat. El nombre exacte de raigs per píxel és el quadrat del valor escollit a Camera (AA) (sense els "Diffuse" i "Specular". En el nostre cas, seria $5 \times 5 = 25$ raigs per píxels.

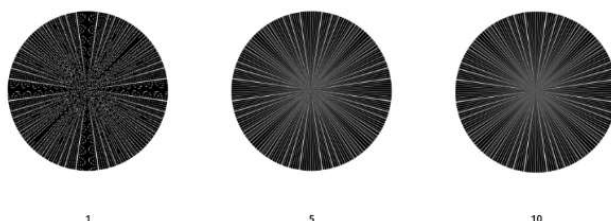


Figura 108. Camara (AA). Font:docs.arnoldrenderer.com

Diffuse:

Controla els raigs disparats per la reflexió indirecta sobre el material. El nombre exacte de raigs és el quadrat del valor anotat en el quadre. S'augmenta aquest valor per a reduir el soroll difós de la imatge. El augment d'aquest valor farà que augmenti el nombre de raigs difosos disparats des d'un punt.

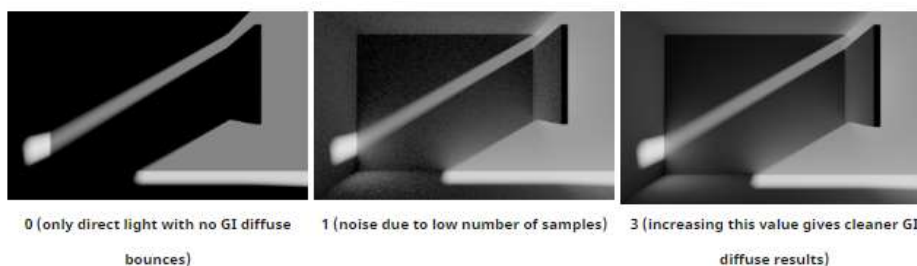


Figura 109. Diffuse. Font:docs.arnoldrenderer.com

Specular:

Controla el nombre de raigs disparats al calcular la radiació indirecta reflectida en una altra superfície. S'augmenta aquest número per reduir el soroll especular (reflexos borrosos). El nombre exacte de raigs és el quadrat d'aquest valor.

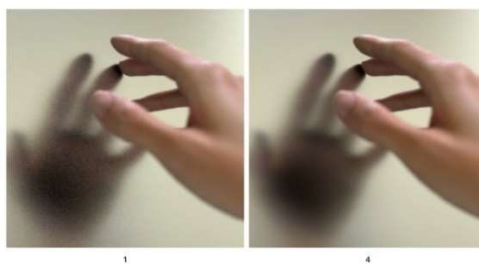


Figura 110. Specular. Font:docs.arnoldrenderer.com

Transmission:

Controla el nombre de mostres utilitzades per simular les avaluacions de transmissió. S'augmenta aquest valor per resoldre qualsevol soroll en la transmissió.



Figura 111. Transmission. Font:docs.arnoldrenderer.com

Sub Surface Scattering (SSS):

Aquest valor controla el nombre de mostres d'il·luminació (directa i indirecta) que es prendran per estimar d'il·luminació dins d'un radi que està sent ombrejat. Els valors més alts, produeixen una solució més neta però tardaran més temps a renderitzar-se.



Figura 112. Sub Surface Scattering. Font:docs.arnoldrenderer.com

Volume Indirect:

Controla el nombre de raigs de mostra que es disparen per calcular la il·luminació indirecta.

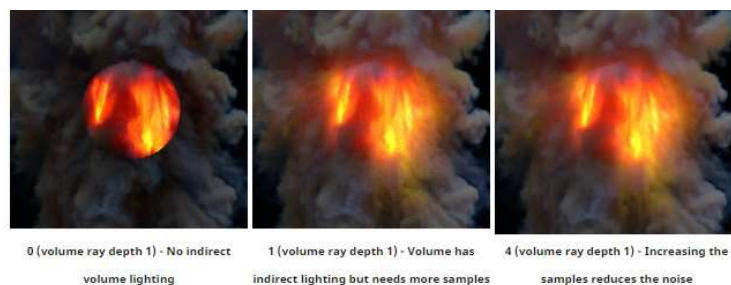


Figura 113. Volume Indirect. Font: docs.arnoldrenderer.com

5.2.5 Textures i materials:

Un dels punts claus per obtenir un render de qualitat és la creació adequada de materials i textures que tindrà l'escena. L'editor de materials de 3ds Max dona la possibilitat de controlar una gran quantitat de paràmetres per a poder arribar a imitar els efectes òptics i volumètrics que posseeixen els materials en la realitat.

Com l'element a renderitzar és un element arquitectònic, trobem materials amb patrons irregulars que s'hauran de simular utilitzant mapes de bits d'aquests materials. És molt important que els mapes de bits siguin tilejables, és a dir, que estiguin creades de tal manera, que si la repetim en el mapatge d'un objecte, no es pugui apreciar el punt on acaba una repetició i comença una altra.

Per al motor Arnold, aportem un "Physical Material" als diferents elements. Aquest material ajuda a fer més realistes els objectes i assimilar-se a materials de la vida real, al mateix temps que es senzill d'utilitzar. Per seleccionar-lo has d'entrar a l'editor de materials > General > Physical Material. Aquest material inclou: Una capa base de color difós (Base Color Map), transparència, dispersió, autoil·luminació i una capa transparent en la part superior.

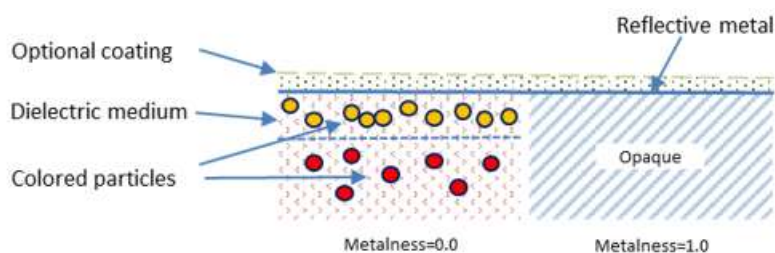


Figura 114. Estructura del Physical Material. Font: knowledge.autodesk.com

En la imatge següent trobem els canals i els paràmetres que podem modificar a l'hora de crear un material.

Els canals que han estat més utilitzats a l'hora de crear els materials són el Base Color Map i el Bump Map. Aquests canals s'encarreguen de donar volumetria a les superfícies sobre les quals s'apliquen. En canvi, els paràmetres dels materials no s'han modificat gaire, la majoria de tots tenen 0 transparentia i 1 de color base com podem observar a la imatge.

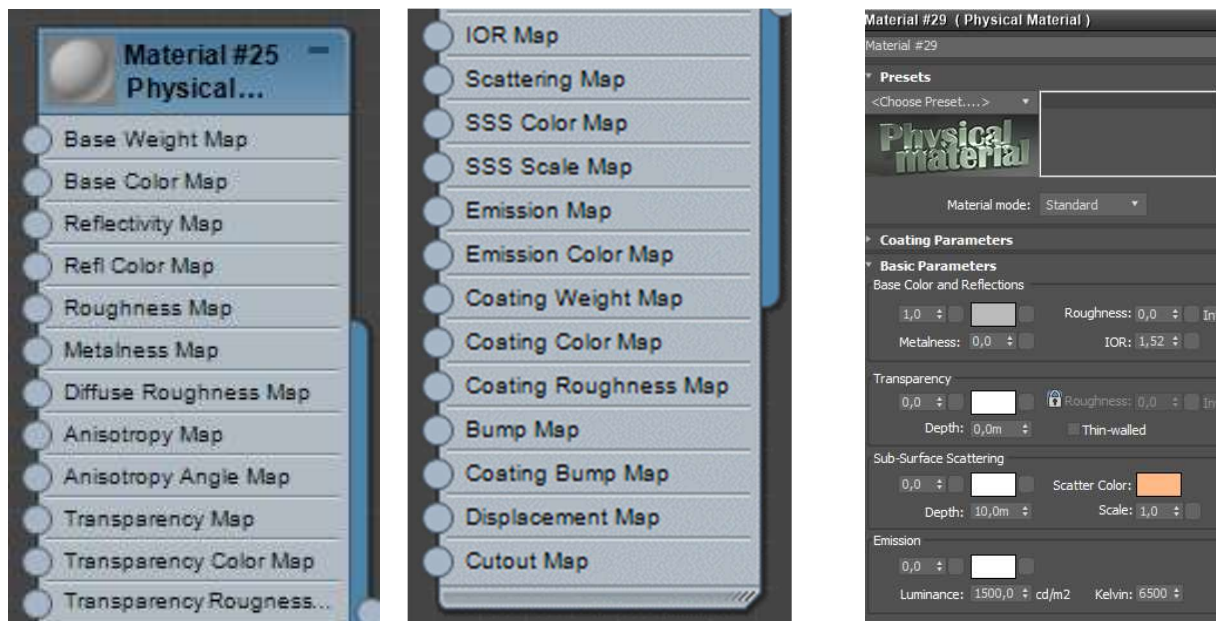


Figura 115. Canals i paràmetres Physical Material. Font: Pròpia

A l'hora d'aportar materials als elements de l'entorn de l'aqüeducte, com el terra, els altres edificis... S'han escollit materials molt simples, no utilitzen cap canal i són completament sòlids. Només és diferent el material per als vidres de les finestres, que s'ha utilitzat els paràmetres del material Glass (Thin Geometry) de la llibreria.

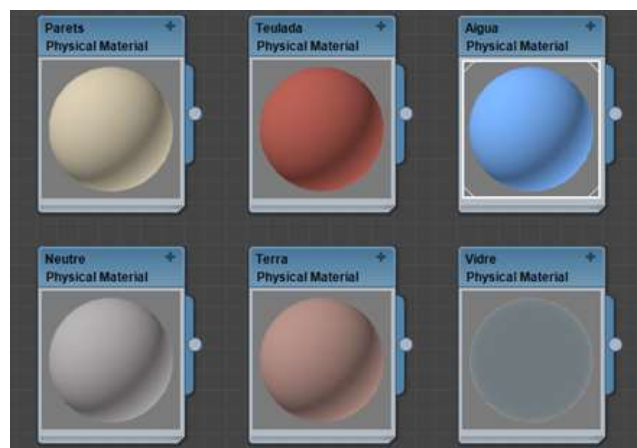


Figura 116. Materials entorn aqüeducte. Font: Pròpia

Els següents materials són utilitzats per a objectes relativament petits i auxiliars de l'estructura principal de l'aqüeducte, són més complexes als materials senzills anteriors.

Per a la realització d'aquest s'ha utilitzat Noise Maps i Bit Maps, creant combinacions per aportar realisme al material i que no sigui un color pla. Aquests materials són utilitzats per als elements de ferro, les portes, les teules i elements de maó.

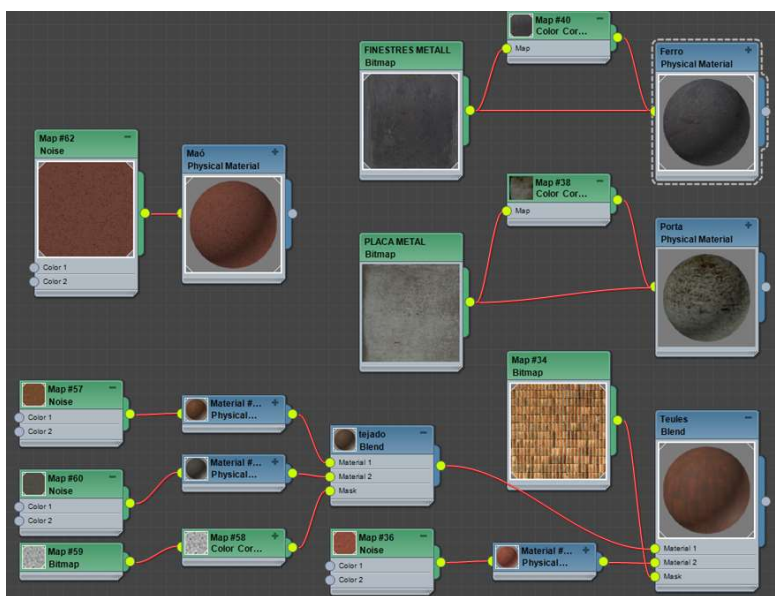


Figura 117. Materials secundaris aqüeducte. Font: Pròpia

El següent material és l'utilitzat per la pedra que hi ha en tota l'estructura principal de l'aqüeducte. Per a dur-lo s'ha utilitzat un Bit Map principal amb la textura de la pedra i després un altre Bit Map i Noise Map per a obscurir-lo i que no sigui tan fàcil veure que és una textura que es va repetint en tota l'estructura.

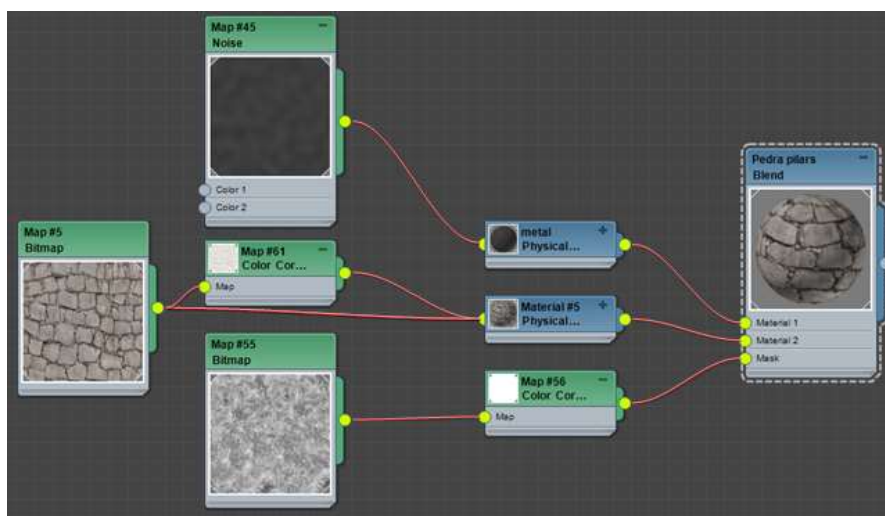


Figura 118. Material pedra principal aqüeducte. Font: Pròpia

El primer arc de l'aqüeducte es troba omplert amb pedra amb l'objectiu de reforçar l'estructura. S'ha utilitzat un Bit Map amb la textura de la Pedra i altres Bit Maps per obscurir en zones la pedra i tenir un resultat molt més real.

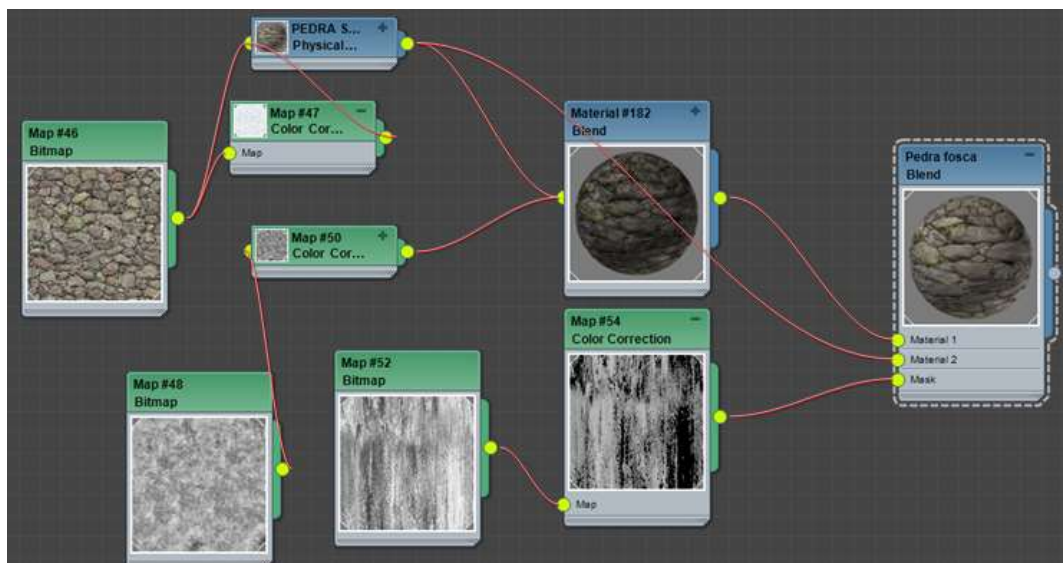


Figura 119. Material pedra primer arc aqüeducte. Font: Pròpia

L'últim material és el maó, aquest el trobem repartit per tota l'estructura. S'han creat tres diferents, ja que tenen diferents Bit Map per a obscurir algunes zones. També s'han utilitzat Noise Maps i Color Correction per a retocar el color d'algunes textures.

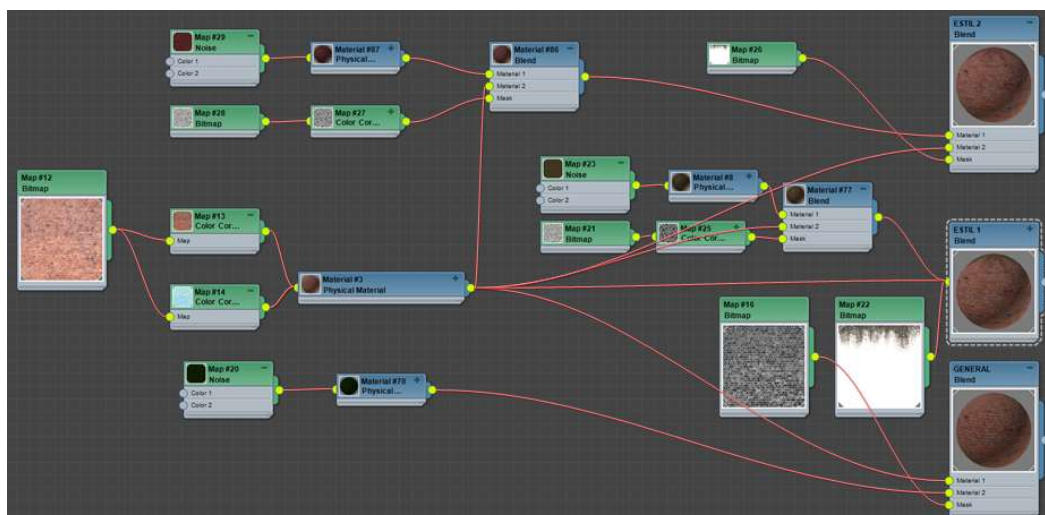


Figura 120. Material maó principal aqüeducte. Font: Pròpia

Totes les textures utilitzades per aquest treball s'han descarregat de la pàgina textures.com, amb les corresponents modificacions per a poder adaptar-les a les necessitats de l'edifici.

Mapejat:

Un cop aplicat les textures i els materials adequats, un altre punt molt important a tenir en compte és el Mapejat de materials.

Aquesta operació es fa amb el modificador de mapa UVW.

A l'aplicar coordenades de mapejat a un objecte, el modificador de mapa UVW controla com apareixen els materials mapejats en la superfície d'un objecte, defineix la projecció de la imatge plana de la textura que hem definit anteriorment amb l'editor de materials. El sistema de coordenades UVW és similar al sistema de coordenades XYZ, els eixos U i V d'un mapa de bits corresponen als eixos X i Y.

Per a dur aquesta operació s'ha de: seleccionar un objecte > panell modificar > llista de modificadors > modificadors d'espai d'objectes > Mapa UVW. Per defecte, els objectes geomètrics primitius com esferes, plans o caixes ja tenen les mateixes coordenades de mapejat, però els models poligonals o importats no tenen coordenades fins que no s'aplica el modificador de Mapa UVW.

Es pot controlar el tipus de coordenades de mapejat i la ubicació del gizmo per cada mapa de bits assignant canals de mapa. Per fer això, en l'editor de materials, s'ha d'assignar a cada mapa un número de canal diferent, més tard s'ha d'agregar més d'un modificador de Mapa UVW a l'objecte, i cada modificador de mapa UVW s'estableix en un canal de mapa diferent.

Aquest gizmo del modificador UVW Map projecta les coordenades de mapejat en un objecte. Es pot rotar, moure o escalar, per ajustar les coordenades del mapa fins a trobar el resultat desitjat.

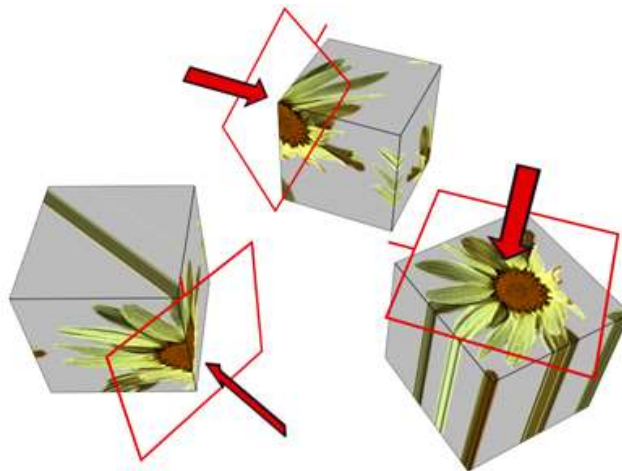


Figura 121. Posicionament del gizmo del modificador UVW Map. Font: knowledge.autodesk.com

5.2.6 Model final:

Després de les operacions anteriors i de realitzar el renderitzat hem obtingut el resultat:



Figura 122. Render final aqüeducte. Font: Pròpia



Figura 123. Render final aqüeducte (2). Font: Pròpia

5.2.7 Comparativa:

En aquest apartat del treball es podrà fer comparacions entre les imatges realitzades mitjançant el software 3D i les imatges reals de la Turbina Planas actualment, veure els detalls més importants i diferents vistes de l'element.



Figura 124. Comparativa aqüeducte (1). Font: Pròpia



Figura 125. Comparativa aqüeducte (1). Font: Pròpia

5.3. Desenvolupament de la turbina

5.3.1 Estudi dels materials:

La turbina Planas està fabricada principalment amb:

Ferro fos: Exactament és el ferro anomenat “gris”. És un dels materials ferrosos més utilitzats en la indústria en general. Conté més de 2% de carboni i més d'1% de silici. Té un cost baix i bona versatilitat.



Cuir: El cuir és la pell d'animals que ha estat adobada per poder garantir i conservar les característiques del producte. Té resistència molt alta. L'adob fa que la pell sigui dura i menys flexible.



Sisal: Aquest material és utilitzat per les cordes utilitzades per transmetre el moviment de l'eix a les màquines de filatura. És una fibra natural, amb gran resistència a la tracció i una bona capacitat d'adherència. La corda és trenada.



5.3.2 Modelat:

Per a la modelització en tres dimensions de tots els elements que componen la turbina l'any 1920 s'ha utilitzat el programa SolidWorks com s'ha comentat anteriorment.

El primer pas és col·locar en l'entorn de treball els plans d'alçat i planta. Amb aquest mètode es pot tenir una referència per anar modelant i dimensionant correctament els diferents elements.

El Museu de la Colònia Sedó només va poder proporcionar el plànol de les dimensions exteriors de la turbina. No hi havia cap plànol de cap de tots els altres elements, per poder modelar-los correctament s'ha pres mesures in-situ i s'han fet croquis.

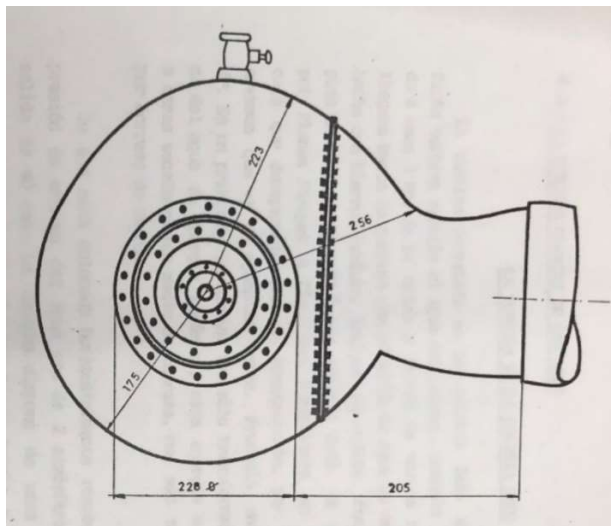


Figura 126. Plànol lateral de la turbina. Font: Museu Colònia Sedó

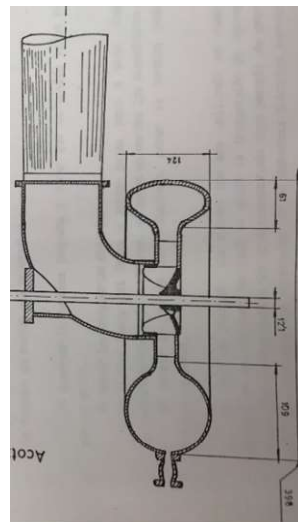


Figura 127. Plànol planta de la turbina. Font: Museu Colònia Sedó

Les operacions que més s'han utilitzat són les bàsiques d'extrusió i tall. Aquestes operacions bàsiques han permès modelar engranatges, rodes, eixos, suports... Per al modelatge de la part externa de la turbina, es va utilitzar la tècnica de recobrir, ja que ens permet extrudir un perfil seguint el camí d'una corba escollida. Totes aquestes operacions són creades després d'haver un croquis anteriorment tancat.

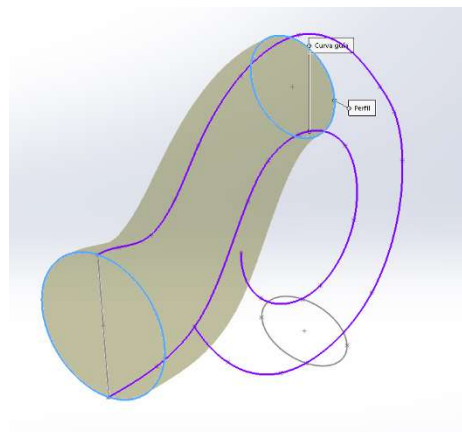


Figura 128. Operació recobrir. Font: Pròpia

Modelat turbina

Tots els elements de la turbina estan fets de ferro fos. Com s'ha explicat a l'apartat anterior per modelar l'estructura principal, on circularà l'aigua, s'ha fet l'operació de recobrir. També s'han modelat el distribuïdor, els seus elements giren a la vegada segons la informació que rebí del regulador de velocitat.

Per crear la canalització de desballestament de l'aigua després de passar per la turbina s'ha modelat a partir d'un Croquis 3D i amb l'operació "barrer".

Totes les dimensions dels elements han sigut mesurades amb cinta mètrica, menys el distribuïdor i els elements de l'interior, que al no tenir accés s'han creat en funció de l'espai i la funcionalitat que tenen.

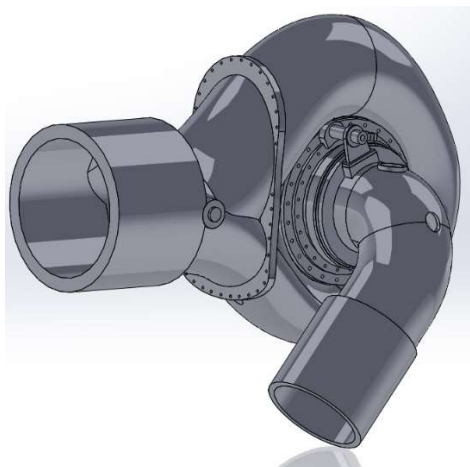


Figura 129. Modelat turbina. Font: Pròpia

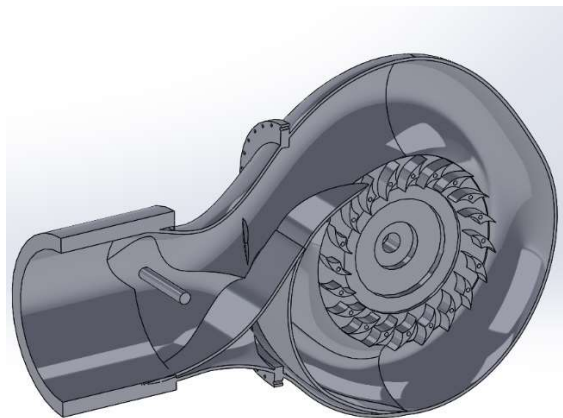


Figura 130. Modelat turbina (interior). Font: Pròpia

Modelatge del mecanisme d'apertura comporta turbina.

El mecanisme d'apertura de la vàlvula del canal d'entrada d'aigua a la turbina (que es pot observar a la figura 129) Està compost per diferents elements i engranatges. Tots els elements estan fets de ferro fos, menys la cadena que és d'acer.

La seva funció és la d'obrir la vàlvula d'entrada a la turbina, girant-la noranta graus i així deixant passar l'aigua cap al seu interior. La vàlvula es troba ancorada per cargols a l'eix del mecanisme que travessa la boca de la turbina.

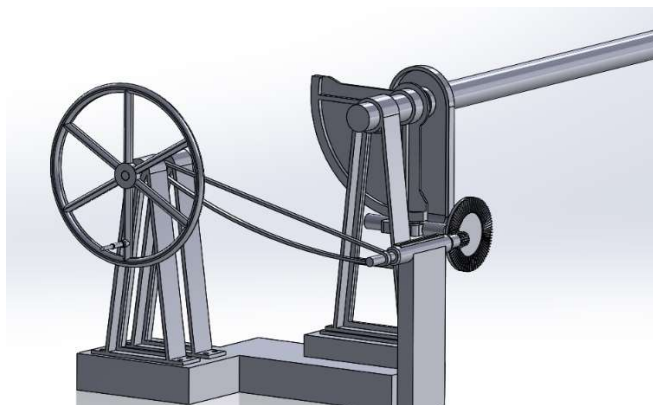


Figura 131. Modelat mecanisme apertura vàlvula. Font: Pròpia

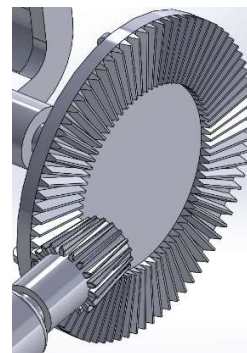


Figura 132. Modelat engranatge. Font: Pròpia

Modelatge rodes i politges de transmissió

Per modelar les rodes, les dimensions també han estat mesurades amb cinta mètrica i per fer els suports i coixinets per ajudar a girar l'eix, s'han croquitzat per més tard modelar-los.

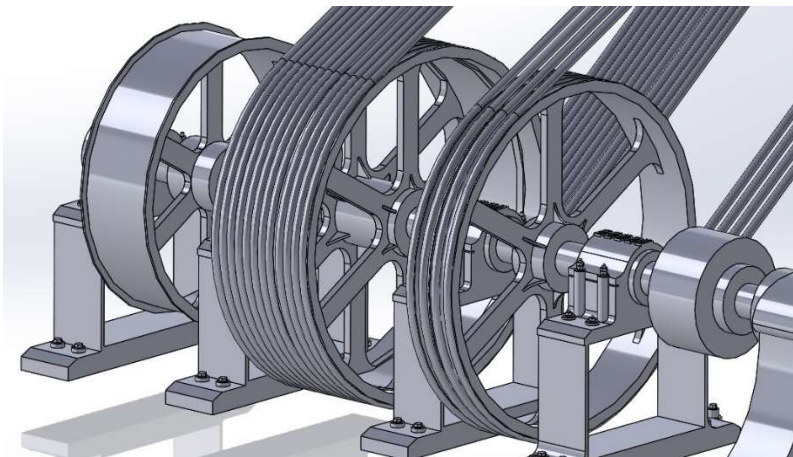


Figura 133. Modelat rodes i politges. Font: Pròpia

Modelatge rodet

El rodet és un element el qual no es va poder mesurar, ja que era impossible accedir a ell. Per modelar-lo, s'ha tingut en compte l'espai que hi havia dins de la turbina per dipositar-lo, el diàmetre de l'eix i el nombre d'àleps de la turbina.

Per poder modelar la seva geometria complicada, s'han utilitzat les eines de croquis 3D i l'operació recobrir. Un cop està creat un àlep, es fa una matriu circular.



Figura 134. Mecanisme rodet. Font: Pròpia

Modelatge Regulador de velocitat del rodet

Aquest element ha estat modelat amb les operacions bàsiques d'extrudir i retallar. La funció del regulador de velocitat és fer que la velocitat del gir de la turbina sigui constant. Quan aquesta velocitat puja o baixa, fa que a partir d'un sistema d'oli sobrin o es tanqui més el distribuïdor i així deixar passar més o menys aigua.

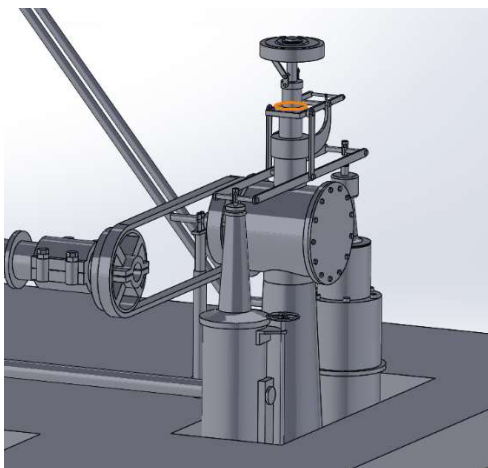


Figura 135. Modelat regulador de velocitat del rodet. Font: Pròpia

Per últim, un cop estan modelats tots els elements anomenats anteriorment falta modelar algun element més com l'eix superior, les rodes i les cintes de cuir.

En la següent imatge trobem l'assemblatge complet abans de passar al programa 3ds Max on s'animarà i es faran els renders i l'animació de funcionament.

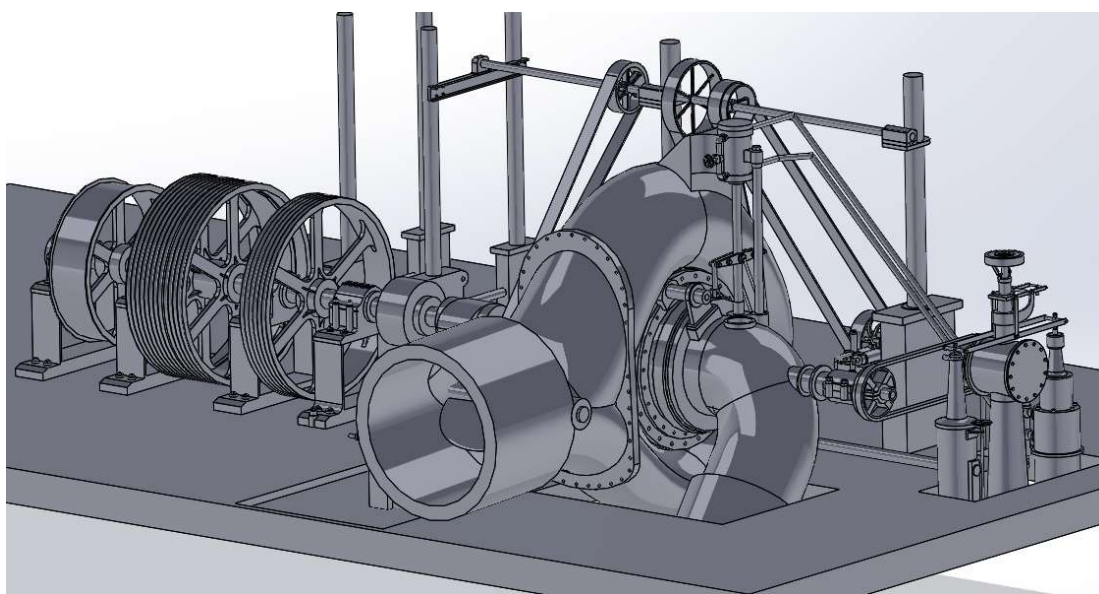


Figura 136. Modelat del conjunt de la turbina complet, captura de pantalla. Font: Pròpia

5.3.3 Renderitzat:

A l'hora de renderitzar la turbina s'ha utilitzat els següents valors per obtenir la millor relació qualitat / temps de render. El temps de renderitzat per aquest ambient és bastant llarg així que s'ha mirat d'ajustar al màxim alguns paràmetres per tenir bons resultats amb el mínim temps possible.

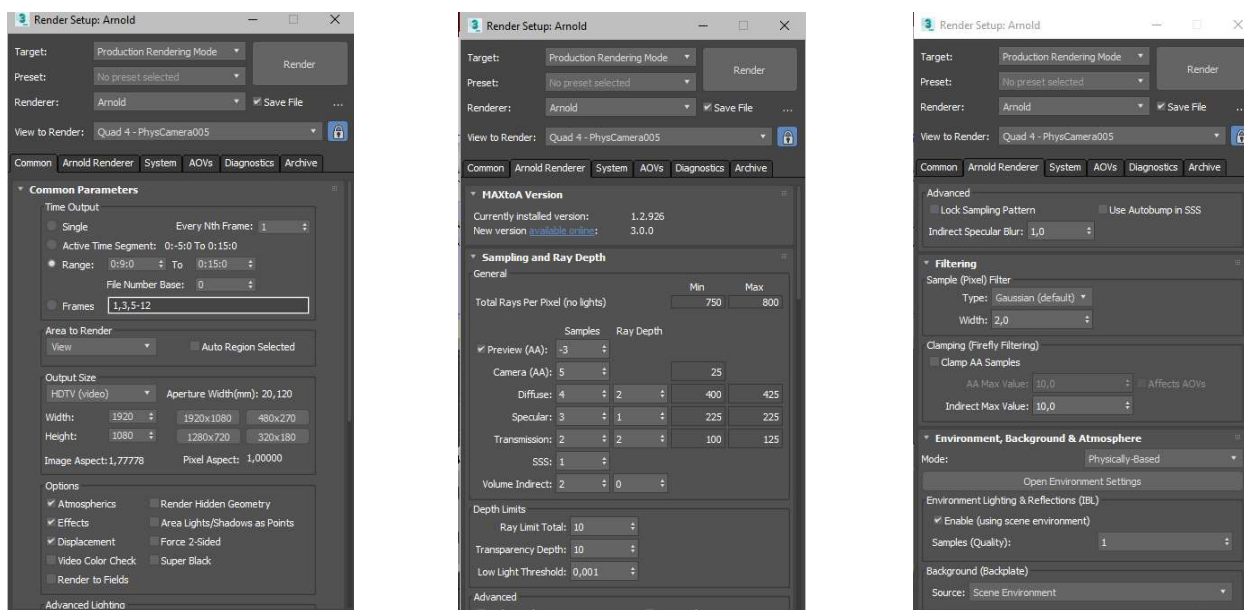


Figura 137. Render Setup Arnold (turbina).
Font: Pròpia

Textures i materials:

A l'apartat similar de l'aqüeducte ja s'ha parlat de les característiques i propietats dels materials del motor Arnold, i del funcionament de textures i mapejats sobre un element.

En el cas de la turbina, aquest procés és una mica més senzill. Al ser tota l'estructura de la turbina, i els altres elements com l'eix, les rodes completament de ferro fos, s'ha creat dos materials a partir de Noise Maps i Bit Maps lleugerament diferents per tots aquests elements.

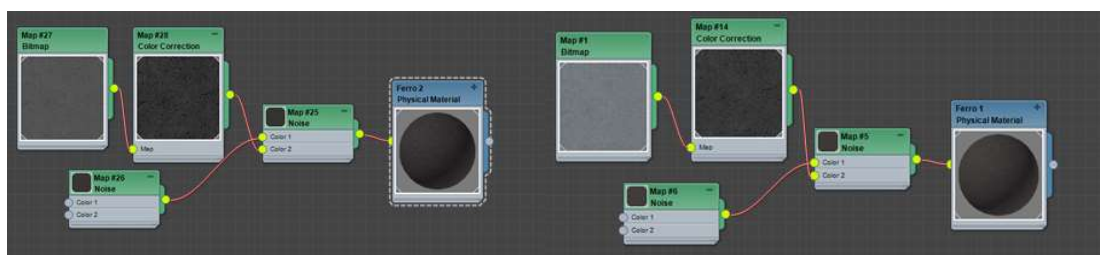


Figura 138. Material ferro fos. Font: Pròpia

A partir del ferro que és el material predominant a l'escena en trobem altres. Com per exemple sisal per les cordes o cuir per a les cintes, aquests dos elements més tard seran animats. I tenim materials simples com el terra, la paret, la fusta i els vidres de les finestres...

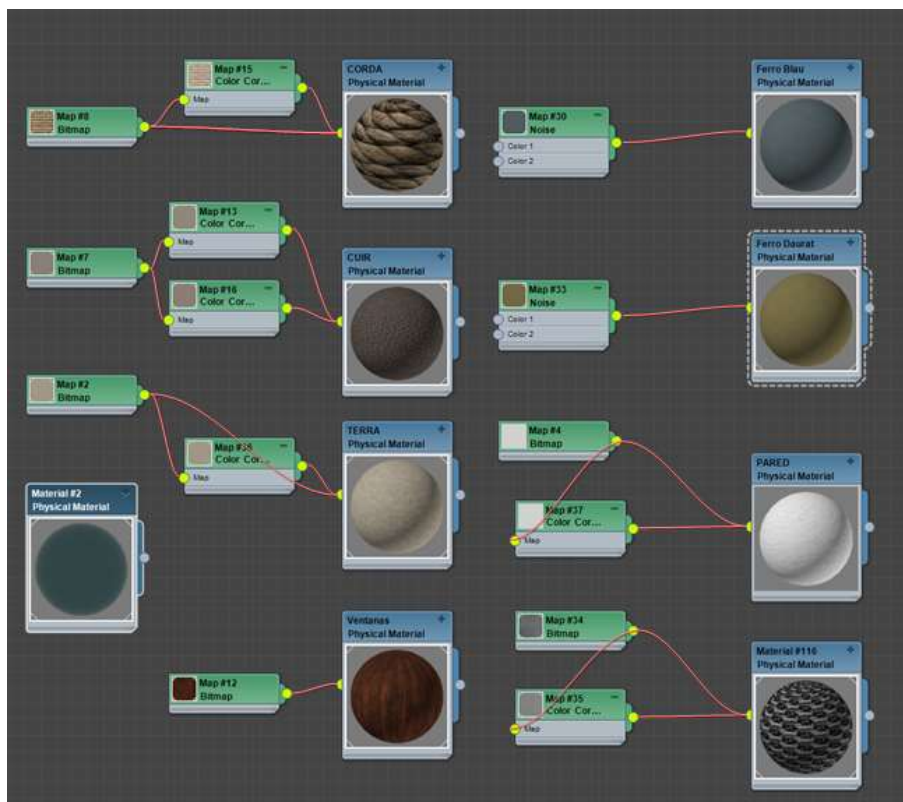


Figura 139. Materials auxiliars de la turbina. Font: Pròpia

Les textures també han estat extretes de la pàgina textures.com. Aquests en són alguns exemples:



Figura 1409. Textures dels materials fusta, ferro i ciment. Font: textures.com

5.3.4 Model final:

Després d'haver-se fet tots els apartats anteriors s'obté el resultat següent:

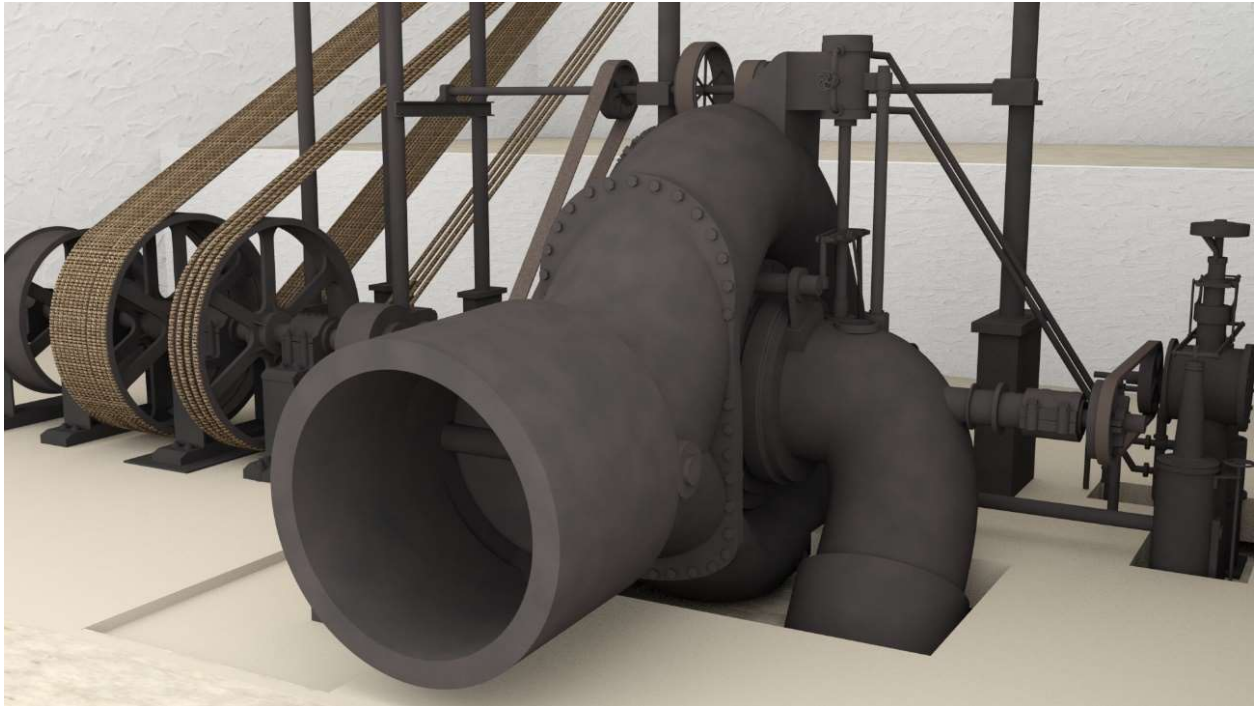


Figura 141. Render final de la Turbina Planas (frontal). Font: Pròpia

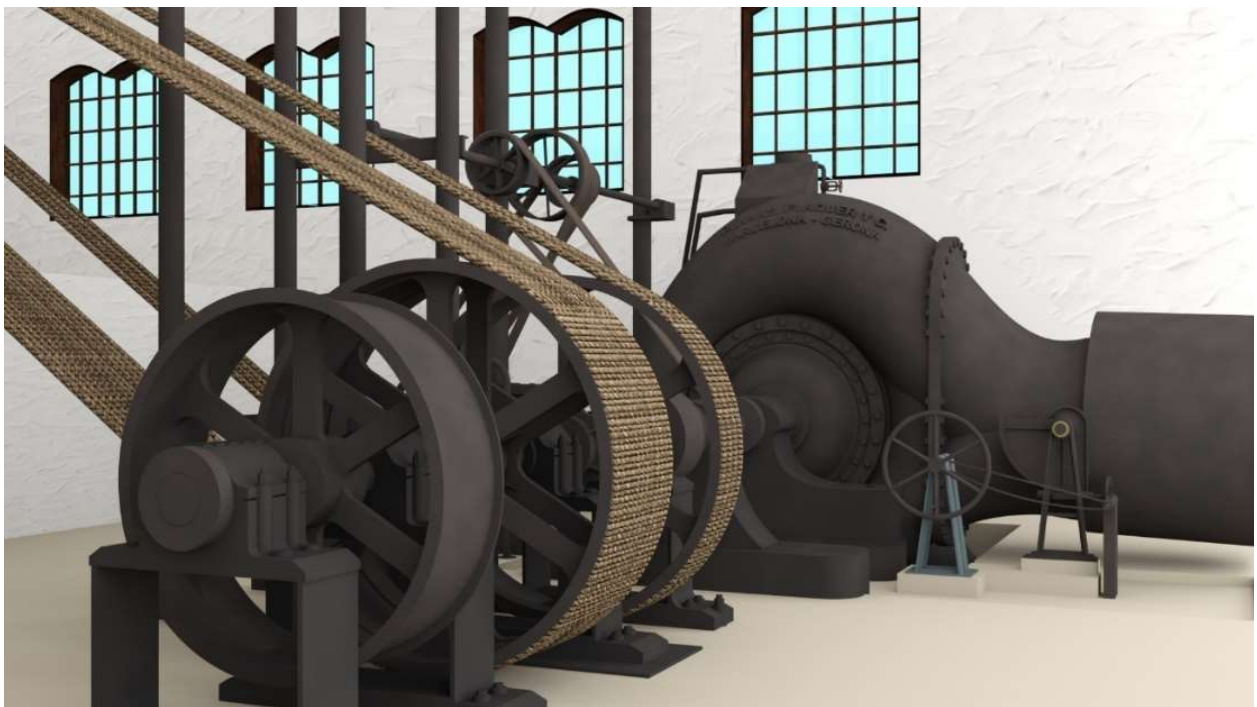


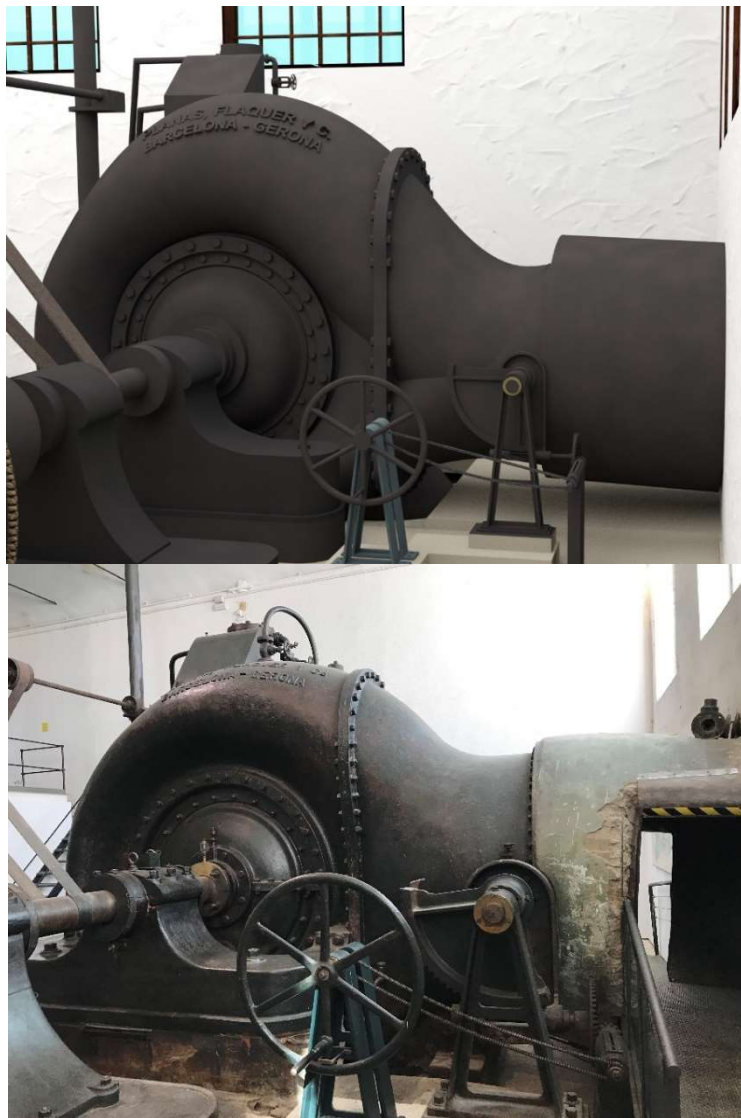
Figura 142. Render final de la Turbina Planas (lateral) Font: Pròpia

5.3.5 Comparativa:

En aquest apartat del treball es podrà fer comparacions entre les imatges realitzades mitjançant el software 3D i les imatges reals de la Turbina Planas actualment, veure els detalls més importants i diferents vistes de l'element.

És interessant poder apreciar que les imatges realitzades gràcies al programa 3ds Max representen una imatge molt propera a la turbina avui en dia, i permet veure els diferents elements d'una manera més clara.

A les següents figures s'està comparant les imatges realitzades de la turbina dins la sala del Museu de la Colònia Sedó i les imatges renderitzades amb 3ds Max.



Comparació turbina (1). Font: Pròpia

En l'anterior imatge i la següent podem veure una comparació de la turbina des del seu costat esquerre i dret. També podem observar el mecanisme d'apertura de la comporta d'entrada d'aigua i una part del regulador de velocitat.

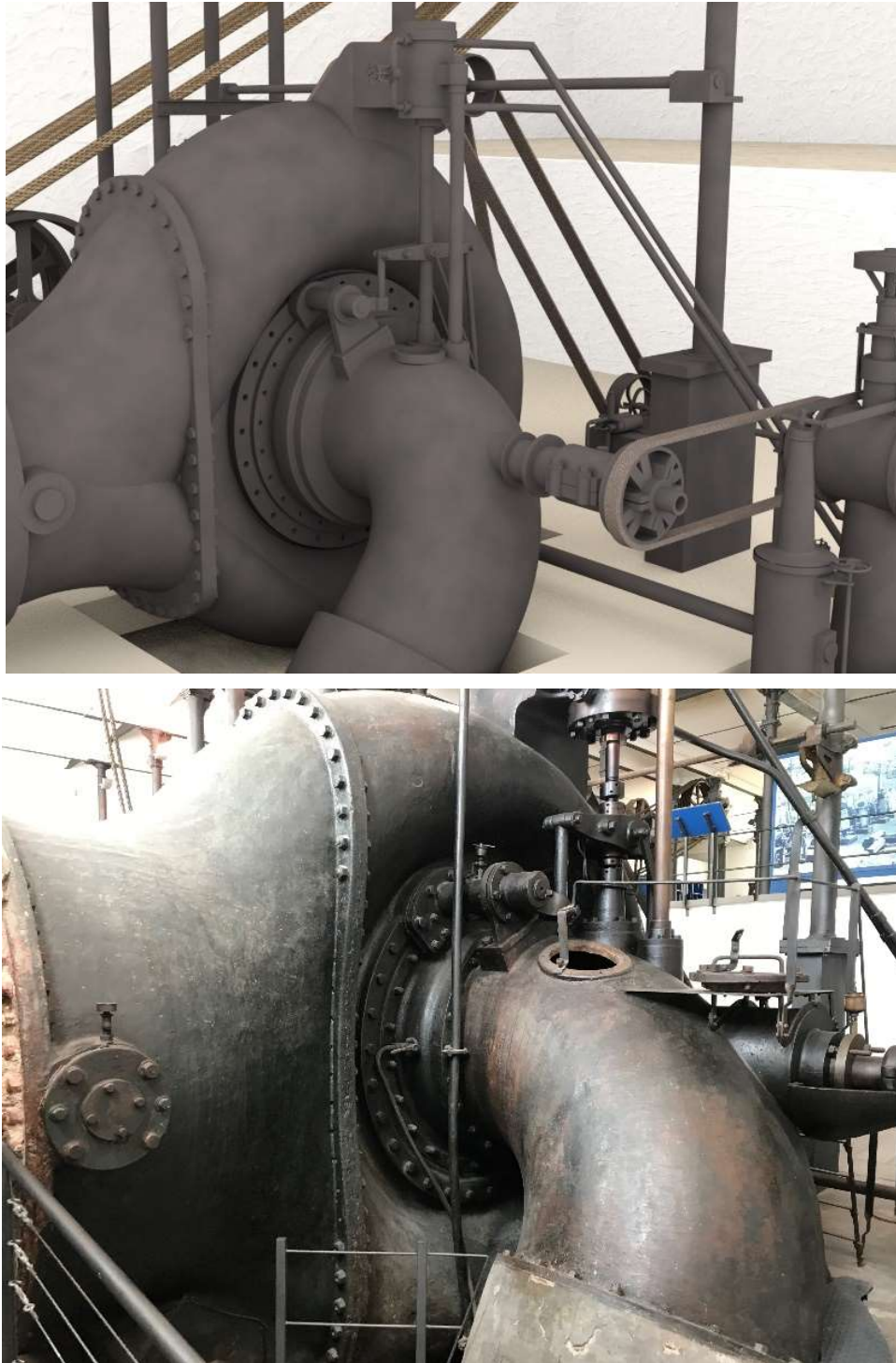


Figura 143. Comparació turbina (2). Font: Pròpia

Aquesta comparació és sobre la roda principal que transmet el moviment cap a les zones de filatura. La disposició de les cordes del render és l'original quan la fàbrica estava en funcionament, les cordes de la imatge real són de decoració.

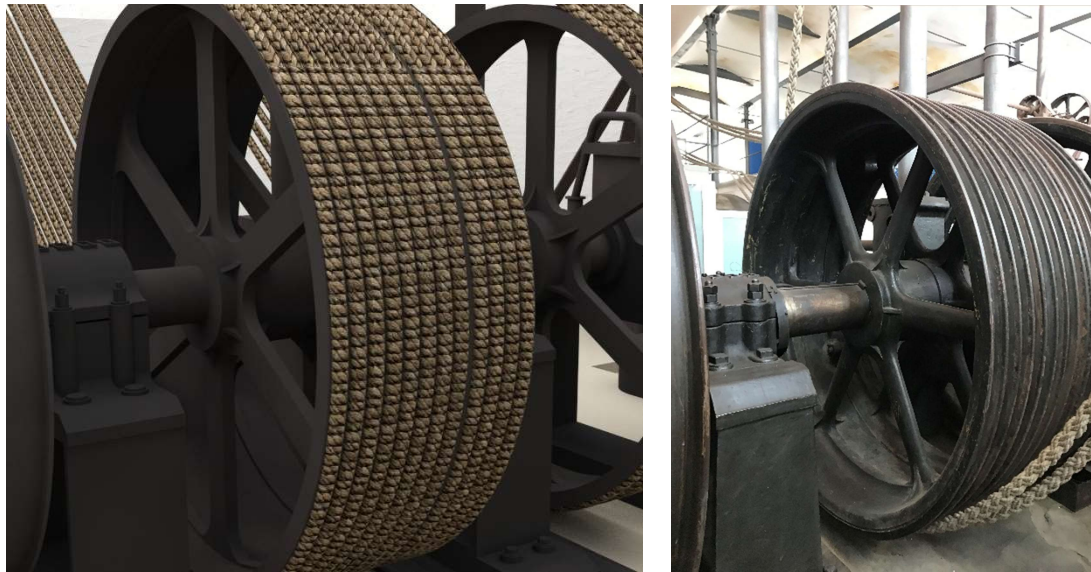


Figura 144. Comparació turbina (3). Font: Pròpia

En aquesta imatge veiem la comparació de rodes i cintes de transmissió, l'eix i l'exterior de la turbina. El terra i la sala de la turbina no són com l'original, ja que es va adaptar per a museïtzar la sala de la turbina.

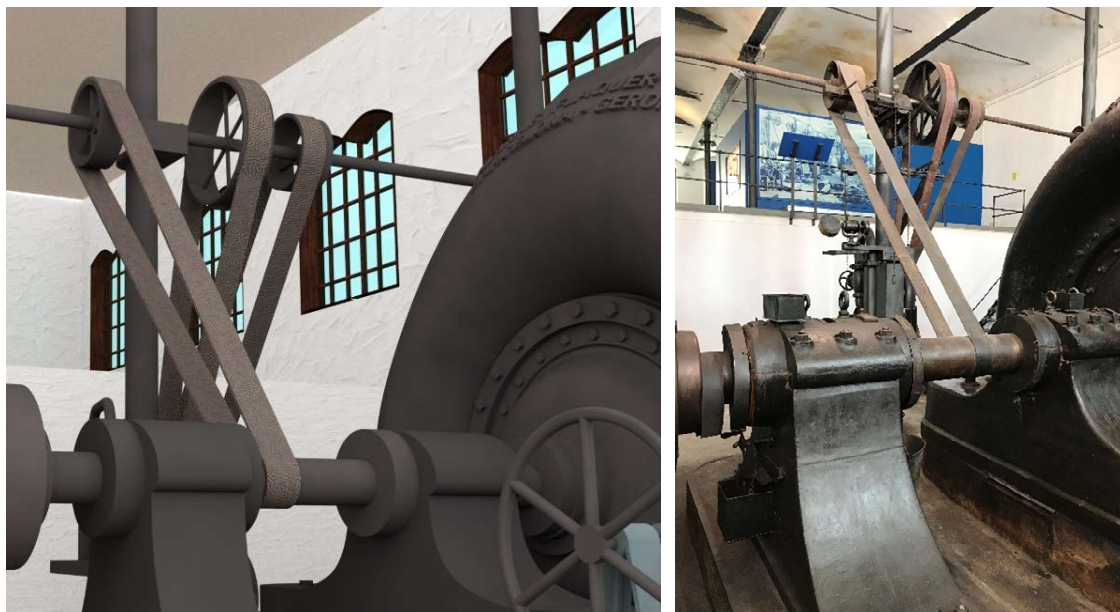


Figura 145. Comparació turbina (4). Font: Pròpia

5.3.6 Animació funcionament turbina:

Per a dur una animació en 3ds Max s'han de dur diferents processos que són imprescindibles per a un resultat òptim. Primer s'han d'animar els elements que volem que es moguin o tinguin un cert moviment.

L'objectiu d'aquesta animació és veure el funcionament de la turbina, el moviment del rodet, eix i veure com arriba el moviment a les rodes i aquestes el transmeten a través de les cordes fins a les màquines de producció.

Animar els elements:

Els elements que es mouran conjuntament o solidàriament al mateix eix s'agrupen en un sol grup. En el nostre cas, trobem que l'eix, el rodet i les rodes giraran a la mateixa velocitat. També trobem el moviment de les petites rodes annexes de l'eix superior a sobre la turbina, i les cordes i les cintes de cuir.

Per a moure, girar o modificar algun paràmetre de l'objecte o grup d'objectes que es volen animar tenim una línia del temps que es troba a l'inferior de la pantalla. Quan volem treballar en l'animació aquesta es posa de color vermell.

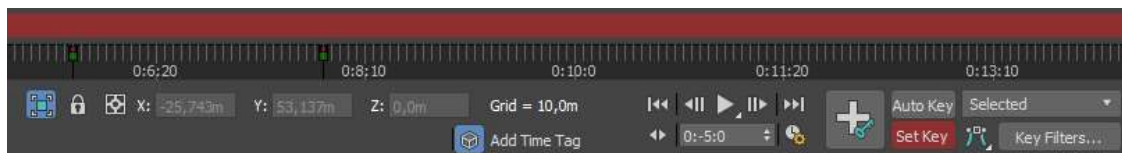


Figura 146. Mode Set Key activat. Font: Pròpia

Hi ha dues maneres de treballar: amb Auto Key i amb Set Key. La diferència és que amb Auto Key marca les claus dels Key Filters escollits anteriorment d'una manera automàtica, i amb Set Key les claus les ha de marcar l'usuari utilitzant el botó amb un símbol de més i una clau.

Els Key Filters t'indica quins modificadors s'aplicaran i es guardaran a les claus que hi hagi en la línia del temps.

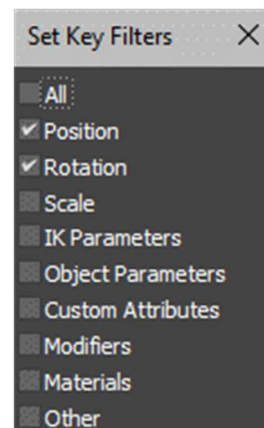


Figura 147. Set Key Filters. Font: Pròpia

S'ha començat per animar l'eix principal. Per això s'ha creat un grup amb les rodes i el rodet de la turbina, ens hem de fixar que el Pivot Point del grup estigui just al centre de l'eix, perquè a l'hora de girar sobre ell mateix no hi hagi moviments inesperats cap a altres direccions.

Per a posar el Pivot Point del grup just enmig de l'eix s'ha fet: seleccionar el grup > Hierarchy > Affect Pivot Only > Center to Object.

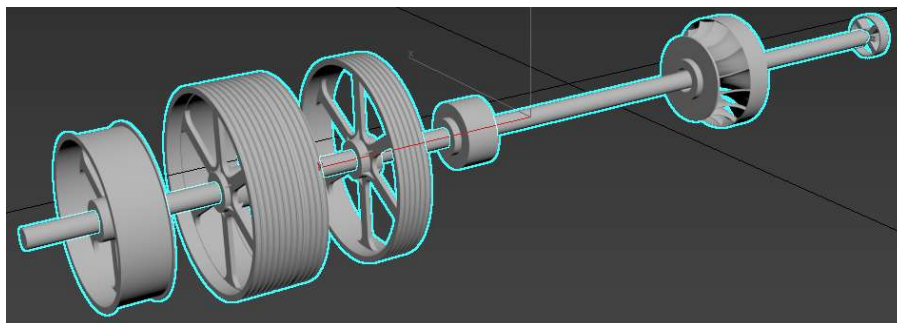


Figura 148. Grup d'elements eix principal. Font: Pròpia

Per girar aquest grup d'elements sobre ell mateix, en Els Key Filters només deixem activat el filtre de Rotació, això permetrà que entre les claus l'objecte només pugui girar i res més.



Figura 149. Línia del temps eix principal. Font: Pròpia

En la línia del temps marquem en el segon tres una clau amb la rotació inicial del conjunt. I al segon sis, afegim una clau però ara l'objecte es trobarà 360 graus girat sobre ell mateix.

La gràfica del gir del conjunt és la següent (accedim a través de Curve Editor):

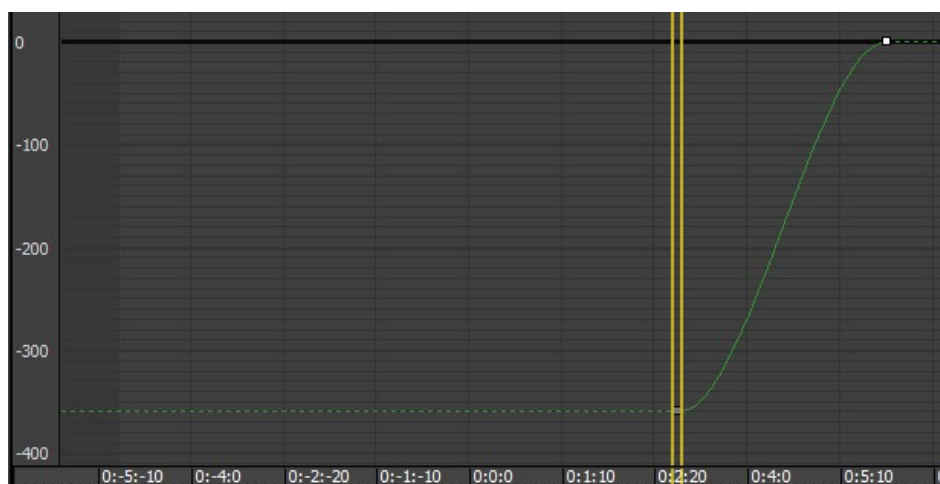


Figura 150. Gràfica de rotació respecte temps (Gir eix principal). Font: Pròpia

La línia verda marca la rotació sobre ell mateix de l'element en l'eix Y. Ara es farà que aquest moviment no cesi mai, que el conjunt comenci a donar voltes infinitament. Per això primer s'ha de canviar la velocitat de rotació cap al final de l'interval entre les claus, ja que per defecte el programa fa que vagi frenant a poc a poc i no en sec. Si volem repetir aquest procés infinitament, s'ha de fer el següent:

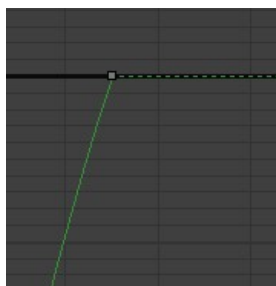


Figura 151. Final de línia linear. Font: Pròpia

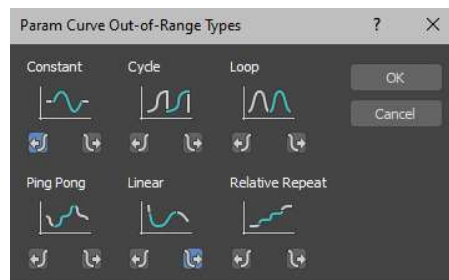


Figura 152. Out of Range Types. Font: Pròpia

Fer que la rotació no vagi frenant en cap moment, a partir de canviar el final de la línia del gràfic tangent a linear. En les opcions Out of Range Types es canvia de constant a linear com es vol que sigui el moviment després de la clau.

Es segueixen les mateixes operacions per a l'eix superior amb les rodes de menors dimensions.

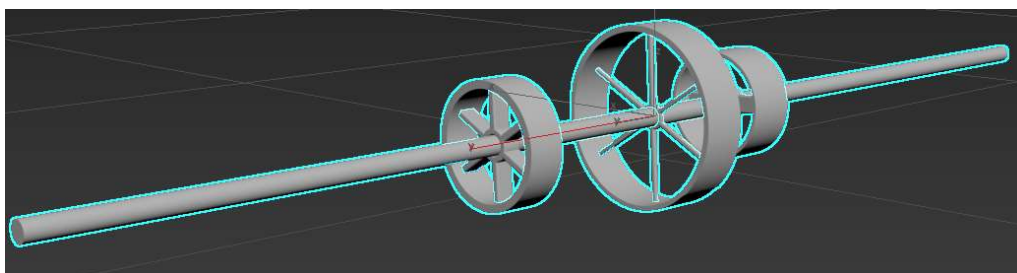


Figura 153. Grup d'elements eix superior auxiliar. Font: Pròpia

Per determinar la velocitat de rotació d'aquestes rodes s'ha fet un càlcul de diàmetres que és el següent. El diàmetre de la roda superior és de 0,67 metres. I de l'eix és de 0,25 metres.

Utilitzem la fórmula de relació de diàmetres i revolucions que és:

$$D1 \times N1 = d2 \times n2 \quad \text{que és el mateix que:} \quad n2 = \frac{D1 \times N1}{d2}$$

Si les revolucions del eix són 20 r.p.m, el diàmetre gran és 0,67 metres i el

petit 0,25, tenim: $n = \frac{0,25 \times 20}{0,67} = 7,46 \text{ r.p.m}$

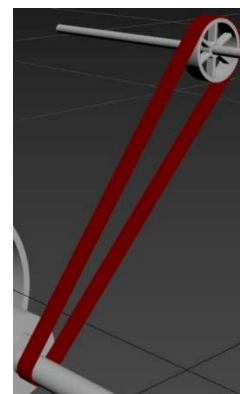


Figura 154. Relació de diàmetres. Font: Pròpia

Per últim també s'ha animat el mecanisme d'apertura de la comporta d'entrada d'aigua a la turbina. Aquí no tots els elements tenen el mateix punt de gir així que s'han anat animant un per un. L'animació d'aquest sistema només està present des del segon 1:20 fins als 5 segons.

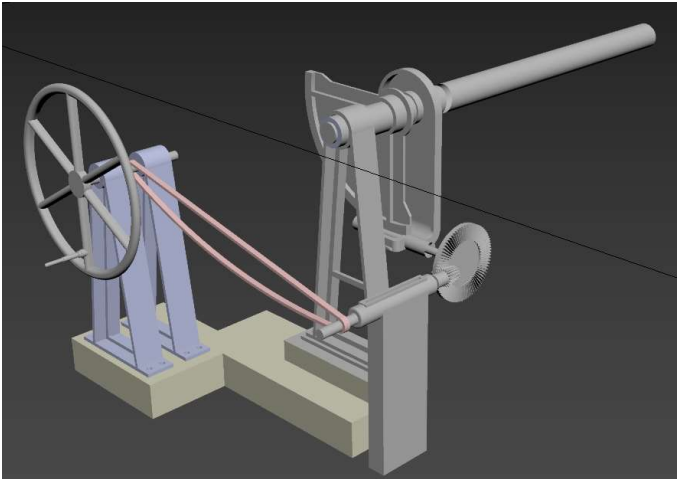


Figura 155. Animació mecanisme apertura comporta. Font: Pròpia

Guió tècnic:

Per a dur qualsevol animació s'ha de crear un guió tècnic per saber l'ordre dels moviments, les diferents càmeres, els diferents elements a ensenyar... En una línia del temps. Aquest guió és el que ens servirà per tenir l'ordre establert i poder començar a animar.

Taula 4. Guió tècnic de l'animació. Font: Pròpia

	SEGONS																																																																																											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40																																																			
CÀMARA GENERAL INICIAL																																																																																												
CÀMARA PLA MIG																																																																																												
CÀMARA GENERAL ESQUERRE																																																																																												
CÀMARA GENERAL POSTERIOR																																																																																												
CÀMARA DETALL RODET																																																																																												
CÀMARA GENERAL INICIAL																																																																																												

Storyboard:

Un Storyboard és la seqüència d'unes vinyetes, similars a les d'un còmic, amb les que es planteja la guia a seguir a l'hora de realitzar una animació.

Aquest afegirà la perspectiva de la càmera, la mena de pla, el moviment de la càmera... Els requadres tindran les proporcions de la sortida del render (16:9).

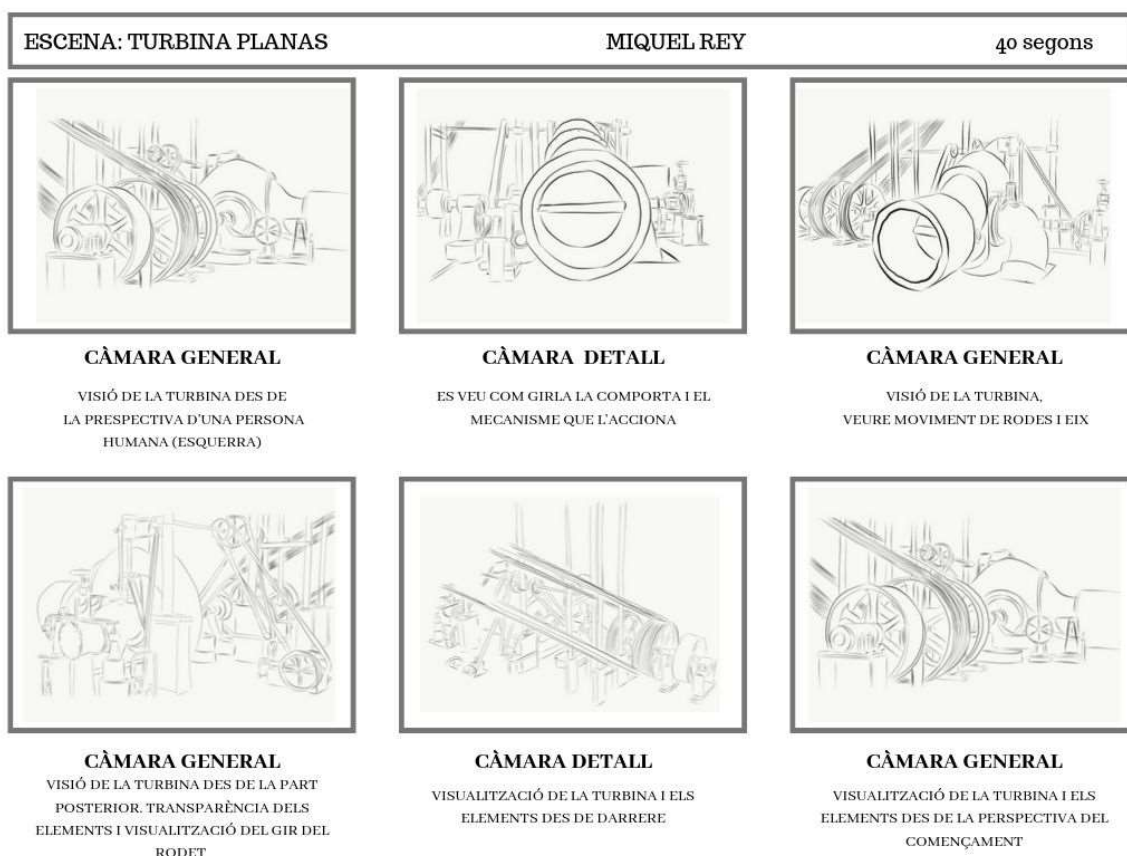


Figura 156. Storyboard. Font: Pròpia

5.4. Realitat Augmentada

Una vegada s'ha investigat els avantatges i el que permet realitzar la Realitat Augmentada, s'aplicarà a la Turbina Planas. Ja que per a l'exposició del museu o per la Pàgina Web, poder apreciar la turbina en tres dimensions i poder interactuar amb ella, podent-la veure des de diferents punts de vista, analitzar els seus elements... Ajudarà als usuaris a entendre millor el funcionament i els hi cridarà l'atenció.

Per a dur aquest procés, es necessita alguna aplicació que permeti introduir el món virtual en el món real. Per aquesta aplicació a la turbina Planas, s'ha decidit utilitzar l'aplicació "Augment". Una aplicació de l'empresa Google, dissenyada per ser una plataforma de realitat augmentada per a ajudar a millorar la forma de transmetre informació, ja que permet als usuaris una interacció més directa amb productes, elements...

Per poder aplicar-ho a la turbina, s'ha hagut de fer alguns passos especials.

Primer de tot, el programa Augment només accepta arxius en format .DAE, .OBJ, o .STL. El format que es va escollir per penjar l'arxiu va ser STL. El pes màxim de l'arxiu que es pot utilitzar ha de ser de 100MB. L'arxiu de la turbina, tenia un pes molt superior i es va haver de reduir el pes de l'arxiu STL.

Per reduir el pes de l'arxiu es va utilitzar el programa "Meshmixer". Amb aquest es van reduir el nombre de triangles de la malla dels objectes fins que la mida del arxiu era compatible amb l'aplicació. L'únic desavantatge d'aquest procés és que l'arxiu que més tard es pujarà a l'aplicació no tindrà cap textura ni material.

Un cop l'arxiu està a l'aplicació, aquesta et crea un enllaç perquè tothom pugui accedir des de qualsevol lloc del món, només necessitant l'aplicació "Augment".



Figura 157. Codi QR de la Turbina Planas. Font: Pròpia

Si no es disposa de l'aplicació al mòbil només es podrà accedir a veure el model 3D en petit visualitzador en la mateixa pàgina web.

Si l'usuari es descarrega l'aplicació gratuïta i l'instal·la ja sigui a través de Play Store (Android) o App Store (iOS). Llavors només fa falta escanejar el codi QR des de l'aplicació i ja es podrà observar la maquinària en realitat augmentada. Amb el visor de l'aplicació es pot modificar l'escala de l'element, la posició...

Aquesta mena d'aplicacions, et permet introduir qualsevol model dins de qualsevol edifici o entorn, fent molt més enriquidora l'experiència d'usuari. Per aquest motiu és una aplicació interessant per transmetre i apropar el patrimoni industrial a la societat.

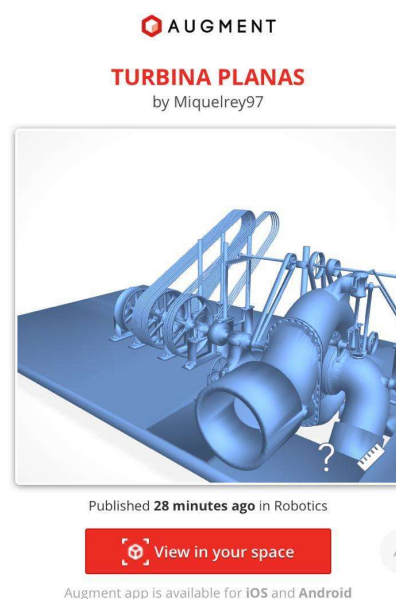


Figura 158. Pàgina Web després d'accedir al enllaç. Font: Pròpia

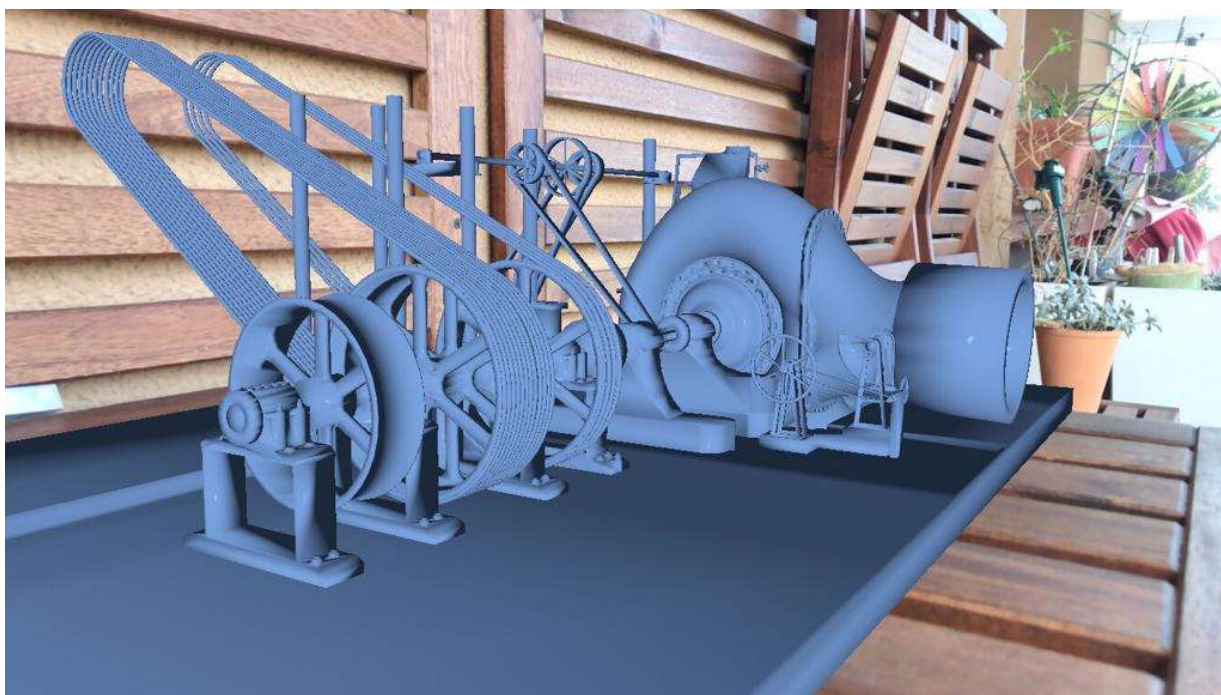


Figura 159. Realitat augmentada de la turbina al Jardí. Font: Pròpia

5.5. Impressió 3D

La impressió 3D també és popularment coneguda com a fabricació additiva. Es creen objectes físics mitjançant la col·locació de materials en capes segons un model tridimensional digitalitzat. Aquesta tecnologia es pot utilitzar per crear qualsevol cosa, des de peces senzilles fins a productes finals amb un nivell tècnic molt avançat.

S'ha decidit utilitzar aquesta tecnologia per ajudar a transmetre més fàcilment conceptes difícils d'entendre. En el nostre projecte l'utilitzarem per a fer una maqueta de la turbina a escala 2:100.

L'usuari podrà veure com es mou l'eix i el rodet dins la turbina, que està dividida en dues parts perquè es pugui veure el seu interior i els diferents components. S'ha de remarcar que la impressió del model s'ha dut amb una impressora personal (Anycubic i3 Mega) d'una qualitat bastant limitada.



Figura 160. Anycubic i3 Mega.
Font: 3dimpresora.net

Per a la impressió 3D s'han hagut de convertir els arxius desitjats en format STL. S'han creat quatre arxius per imprimir: La meitat esquerra de la turbina, la meitat dreta, l'eix i el rodet.

Un cop tenim els arxius en format STL els hem d'importar en algun programa on es pugui modificar paràmetres d'impressió i imprimir la peça. El programa escollit per dur aquest pas ha sigut l'anomenat Cura. El funcionament principal d'aquest programa és dividir l'arxiu del model en diverses capes d'impressió, generant un codi G per a la impressora 3D.

Importem l'arxiu exportat del SolidWorks en STL al programa Cura i l'escalem a escala 2:100

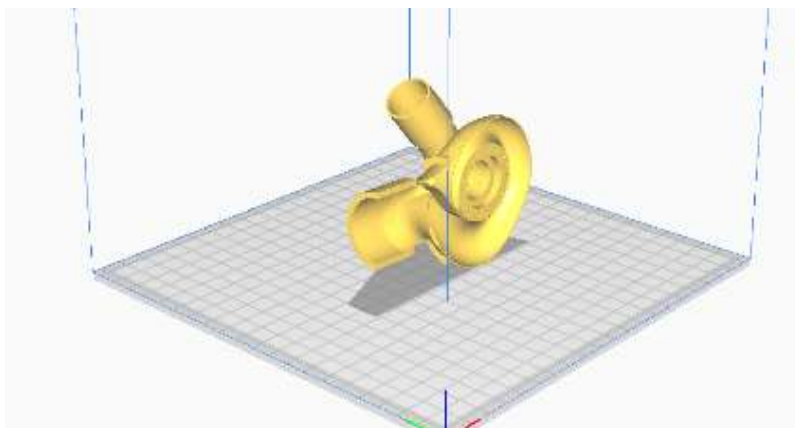


Figura 161. Meitat dreta de la turbina escalada al Cura. Font: Pròpia

Un cop tenim el model dins de l'àeria d'impressió hem de fer una vista prèvia de la impressió. En aquesta podem observar el temps que trigarà a imprimir la peça i els suports que afegeix perquè pugui ser impresa. A la pestanya superior de configuració d'impressió podem modificar la qualitat, la malla, el material, la velocitat, els suports...

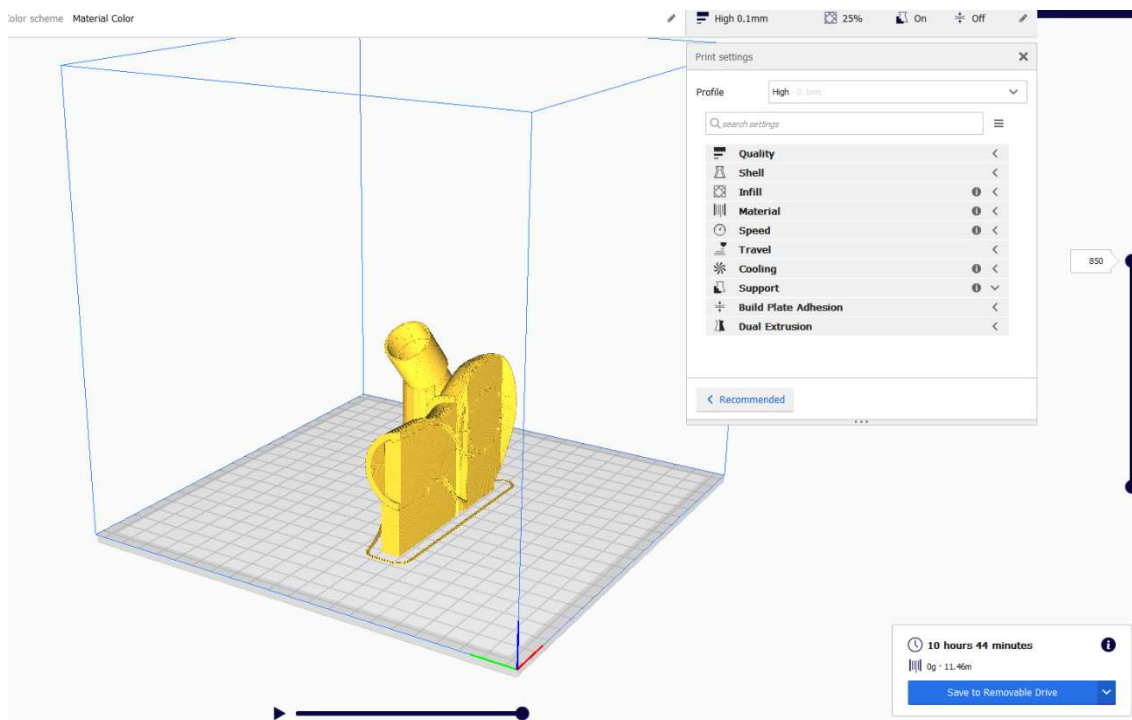


Figura 162. Vista prèvia de la impressió. Font: Pròpia

Un cop la peça té els paràmetres escollits, s'ha de guardar i enviar a la impressora.

El resultat de les impressions dels elements després de diversos intents fallits és aquest:



Figura 163. Models impresos en 3D. Font: Pròpia

6

RESULTATS

6. Resultats

6.1. Divulgació dels resultats

La posta en valor d'un conjunt de les característiques de la Colònia Sedó, obliga a crear un disseny adequat per a la seva divulgació. Aquesta s'ha de poder veure com un element de valor afegit a la qualitat de vida dels veïns actuals del municipi d'Esparreguera i als visitants de la colònia i el seu museu.

La colònia de Can Sedó i el seu barri constitueixen un model a la singularitat d'una colònia única en tot el món. Els esdeveniments protagonitzats per les persones que hi han viscut i treballat estan molt relacionats amb el procés d'industrialització de la nostra societat.

L'actuació en aquest projecte per transmetre el valor cultural de la colònia, ha d'incorporar en el seu disseny diversos elements com:

Exposició d'elements virtualitzats en imatges per al museu de la Colònia Sedó.

Recurs audiovisual per veure el funcionament de la Turbina Planas

Recursos innovadors per ajudar a transmetre informació com la realitat augmentada, la realitat augmentada o la impressió 3D a partir d'un element virtualitzat.

6.2. Pàgina Web

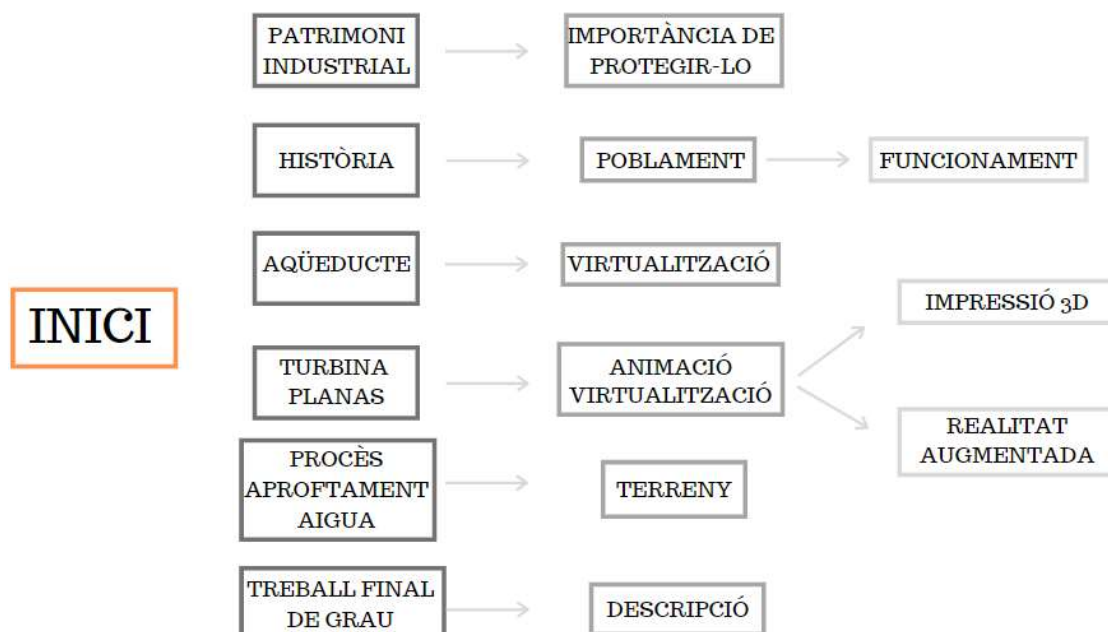
Per poder transmetre el valor del Patrimoni Industrial de la Colònia Sedó amb ajuda del material desenvolupat aquest projecte, s'ha creat una pàgina web accessible per a tothom. L'enllaç per accedir-hi és el següent:

<https://miquelreybernadich.wixsite.com/coloniasedo>

La pàgina és intuïtiva i molt senzilla, tenint a l'abast tot el projecte en els menys clics possibles. És pretén mostrar tots els resultats de l'estudi històric i de la posterior virtualització dels elements.

6.2.1 Estructura de la pàgina web:

Per a representar millor l'estructura de la pàgina web i la interacció de l'usuari s'ha creat un esquema de l'estructura del lloc.



6.2.1 Wireframe:

Un Wireframe és un esbós on es representa visualment, d'una forma molt senzilla i esquemàtica l'estructura d'una pàgina web.

El seu objectiu és definir el contingut i la posició de diferents blocs de la teva web. En aquesta eina, no s'utilitzen ni colors, ni tipografies ni cap element gràfics, ja que l'important és centrar-se en la funcionalitat de la pàgina i l'experiència d'usuari.

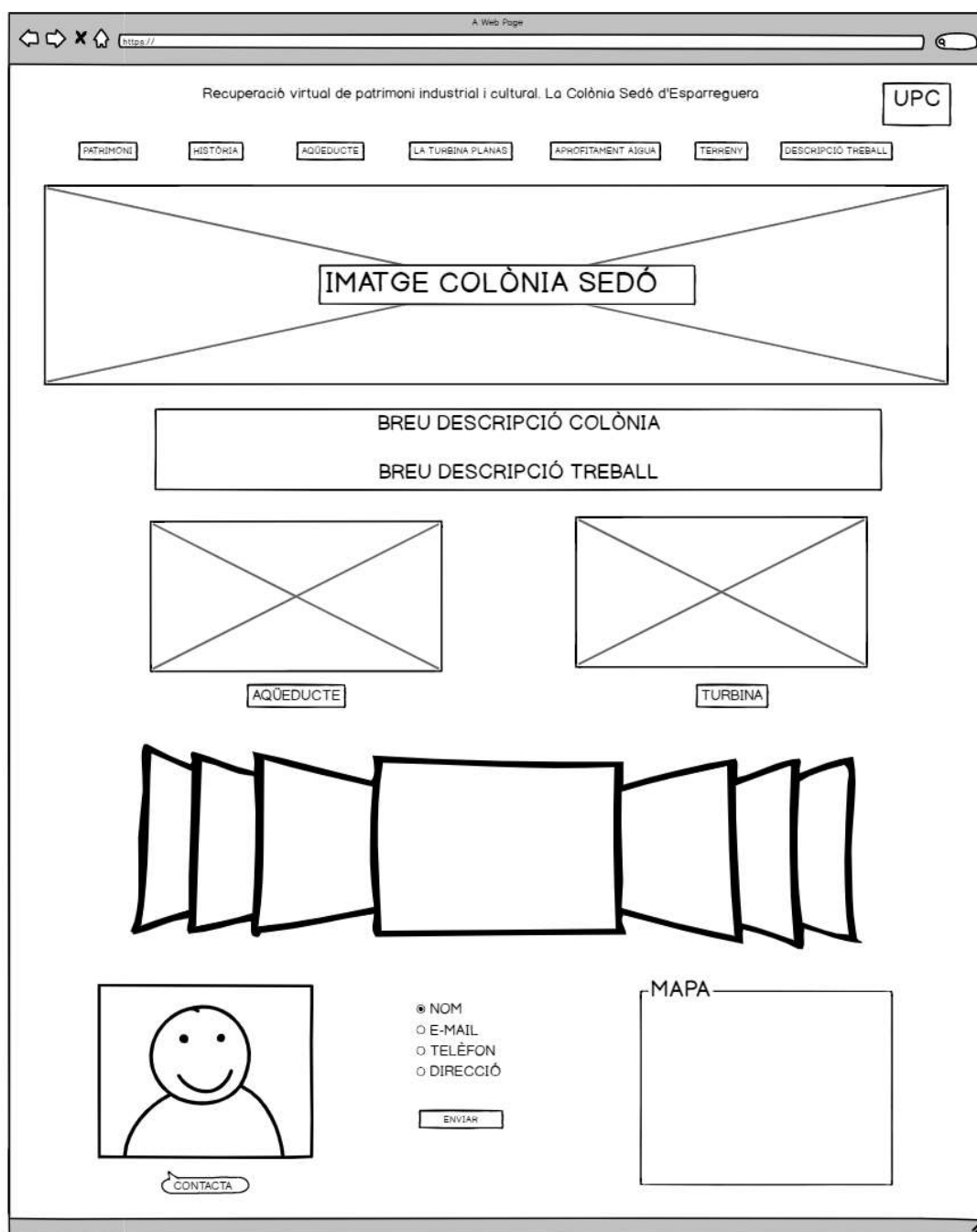


Figura 164. Wireframe pàgina web (principal). Font: Pròpia

6.2. Pressupost:

És important conèixer les limitacions del projecte en l'àmbit econòmic per saber la inversió inicial que necessita el client. El pressupost de la recreació virtual del projecte inclou totes les feines que s'han hagut de fer com: recerca, modelatge, renderitzat...

Primer de tot, es calcula el preu de totes les llicències necessàries per als programes que s'utilitzaran durant el projecte:

Taula 5. Pressupost llicències de software. Font: Pròpia

Llicència de software	Tipo	Quant	Cost unitari (€)	Cost total (€)
SolidWorks	Estudiant	1	120	120
3dsMax	Estàndard	1	254,1	254,1
Cura	Gratuïta	1	0	0
AutoCAD	Estàndard	1	266,2	266,2
CivilCad	Estàndard	1	190	190
Wix	Personal	1	8,5	8,5
TOTAL				838,8

Un cop tenim el preu de les llicències en total, es fa el mateix procés per a calcular cada etapa del desenvolupament del projecte:

Taula 6. Pressupost desenvolupament del projecte. Font: Pròpia

Desenvolupament del projecte			
	Concepte	Cost unitari	Total cost (€)
Planificació del treball	10 h	15 €/h	150
Estudi i recerca	55 h	25 €/h	1375
Visites i entrevistes	35 h	30 €/h	1050
Estudi del terreny	25 h	25 €/h	625
Modelatge	175 h	25 €/h	4375
Renderitzat	90 h	25 €/h	2250
Animació	45 h	25 €/h	1125
Preparació Impressió 3D	6 h	20 €/h	120
Temps impressió	35 h	5 €/h	175
Realitat augmentada	5 h	20 €/h	100
Redacció del projecte	85 h	15 €/h	1275
Pàgina Web	20 h	15 €/h	300
TOTAL			12920

Un cop hem calculat els costos desglossats en llicències i el desenvolupament del mateix projecte. S'han de sumar per obtenir el cost total:

Taula 7. Pressupost final. Font: Pròpia

Cost	Cost total (€)
Desenvolupament del projecte	12920
Llicència de Software	838,3
	13758,3

7

CONCLUSIONS

7. Conclusions

Primer de tot, després de dur la recerca bibliogràfica i el projecte en general, he observat la importància d'utilitzar totes les eines que tinguem al nostre abast per conservar i donar a conèixer el Patrimoni Industrial, ja que forma una part indispensable del nostre passat, i és una bona eina per arribar a entendre el present.

Durant tot aquest període s'ha treballat per perseguir uns objectius, que al principi eren genèrics, i durant el treball s'han anat establint. La motivació i el treball constant han permès l'assoliment de cadascun dels reptes plantejats, aconseguint finalment un projecte més que satisfactori.

És important fer esment de situacions que han dificultat l'èxit final del projecte. De totes aquestes, en destacaria dues: la primera es tracta del modelatge del terreny, vaig haver d'endinsar-me dins de programes que mai havia utilitzat i aprendre conceptes totalment nous. L'altre és el modelatge realista de la colònia i l'aqüeducte, durant els meus estudis només havia fet servir el programa 3ds Max per renderitzar i mai per modelar, i per dur a terme el projecte n'he hagut d'aprendre.

M'agradaria ressaltar la importància de les fases d'administració del temps (diagrama de Gantt), encara que en moltes etapes del treball ha sigut complicat de seguir-les a causa de les dificultats del projecte.

En el treball s'han aplicat coneixements adquirits durant els últims quatre anys de grau. S'ha tractat l'estudi d'arquitectura industrial, el modelatge, el renderitzat, l'animació...

Personalment, destacaria la capacitat d'elaborar un projecte professional amb uns resultats finals molt satisfactoris, que ajudaran a transmetre el valor de la colònia del meu poble.

8

AGRAÏMENTS

8. Agraïments

El projecte ha necessitat la implicació i participació d'un gran col·lectiu de persones que m'han ajudat a simplificar el treball, com el tutor del treball, companys de feina, treballadors del MNACTEC, integrants de l'Associació d'amics de la Colònia Sedó.

Agraeixo l'ajuda de cadascuna de les persones que han dedicat el seu temps i energia a donar-me un cop de mà en el projecte.

9

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

9. Referències Bibliogràfiques

- (1) (España. Jefatura del Estado. Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. A: Boletín oficial del Estado. Madrid: BOE, 29 de junio 1985, no.155, p.20342-20352. BOE-A-1985-12534)
- (2) UNESCO. Vizcaya Bridge [en línea]. UNESCO 2006
- (3) Redacción. La Unesco declara Patrimonio de la Humanidad el Puente Colgante de Vizcaya. LA VANGUARDIA. Barcelona: 13 julio 2006.
<https://www.lavanguardia.com/cultura/20060713/51276505817/la-unesco-declara-patrimonio-de-la-humanidad-el-puente-colgante-de-vizcaya.html>
- (4) (Anónimo) Patrimonio Industrial [en línea]. Ub.edu [Consulta: 16 abril 2019].
Disponible a: <http://www.ub.edu/rhi/es/patrimonio-industrial/81-patrimonio-industrial.html>
- (5) Pujol, A. La geologia del Solsonès és patrimoni. Notícies de Solsona. Regió 7. Solsona: 01 juny 2018. <https://www.regio7.cat/solsones/2018/06/01/geologia-del-solsones-patrimoni/479061.html>
- (6) Red Ibérica de Espacios Geomineros. Parca Geològic i Miner del Solsonès, proyecto [en línea]. 2017 [Consulta: 20 abril 2019].
- (7) Museu de la Colònia Sedó d'Esparreguera. Esparreguera [Consulta: 10 febrer 2019].
<https://museucoloniasedo.cat/es/home-esp/>
- (8) Álvarez Areces, M. El patrimonio industrial en España. Situación actual y perspectivas de actuación.
http://avpiop.com/media/contenidos/documentacion/archivo_doc_24.pdf
- (9) Carretón, A. ¿Existe el patrimonio industrial? [en línea] [Consulta: 31 abril 2019]
<https://patrimoniointeligente.com/exite-el-patrimonio-industrial/>
- (10) Giménez Prades, M. La importancia de salvaguardar el patrimonio industrial.
<http://webs.ucm.es/BUCM/revcul//e-learning-innova/209/art3068.pdf>
- (11) EuropaPress. El patrimonio industrial, un recurso para un mundo rural “desierto y necesitado”, según una experta. Castilla y León. 5 noviembre 2015.
<https://www.europapress.es/castilla-y-leon/noticia-patrimonio-industrial-recurso-mundo-rural-desierto-necesitado-experta-20151105125306.html>
- (12) Padró Werner, J. Patrimonio y turismo cultural: estrategias de promoción, desarrollo y empleo. (2009). VII Jornadas sobre Alternativas de Desarrollo en Comarcas Mineras.

- (13) Gran Enciclopèdia Catalana. Barcelona. 4 juliol 2018.
<https://www.enciclopedia.cat/EC-GEC-0251233.xml>
- (14) UNESCO. Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural. París. 17 noviembre 1972. <http://whc.unesco.org/archive/convention-es.pdf>
- (15) Galeano, R. La construcción preindustrial: arquitectura adintelada y abovedada. [en línea]. 22 octubre 2014. [3 junio 2019].
<https://historiasdelarteuned.wordpress.com/2014/10/22/la-construccion-preindustrial-arquitectura-adintelada-y-abovedada/>
- (16) Encicloarte.com [línea][4 junio 2019] <https://www.encicloarte.com/>
- (17) Arquitectura industrial (Edificios de Hierro y Cristal) [en línea]. 2 mayo 2016. [10 junio 2019]. <https://euclides59.wordpress.com/2016/05/02/arquitectura-industrial-edificios-de-hierro-y-cristal/>
- (18) Ramírez, Juan A. Historia del arte vol.4 El mundo contemporáneo. Alianza Editorial. 1997. ISBN 9788420694849
- (19) Sánchez, A. Realidad Virtual aplicada al patrimonio. [en línea]. Proyectos culturales. 14 marzo 2018. [8 junio 2019]. <https://proyectosculturales.eu/realidad-virtual-patrimonio/>
- (20) Real Academia Española. (2001). Realidad Virtual.
<https://dle.rae.es/srv/fetch?id=VH7cofQ>
- (21) Zahumenszky, C. No son fotos: el 75% del catálogo de Ikea está generado por ordenador.[en línea] Gizmodo. 29 de abril 2014.[30 junio 2019].
<https://es.gizmodo.com/no-son-fotos-el-75-del-catalogo-de-ikea-esta-generado-1628534358>
- (22) Google Arts & Culture. The Umayyad Mosque of Damascus. [en línea] 14 de diciembre de 2016. [2 de julio 2019]. <https://artsandculture.google.com/exhibit/gAliDrQL2PCxIQ>
- (23) MNACTEC. Mapa del patrimoni industrial de Catalunya. [en línia].
<https://mnactec.cat/150elements/>
- (24) España. Constitución española de 1978. Título I. De los derechos y deberes fundamentales. Capítulo tercero. Delos principios rectores de la política social y económica. Artículo 46.
<http://www.congreso.es/consti/constitucion/indice/titulos/articulos.jsp?ini=46&tipo=2>
- (25) España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Plan Nacional de Patrimonio Industrial. 2000. <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/plan-nacional-de-patrimonio-industrial/patrimonio-historico-artistico/20708C>

- (26) Catalunya. Llei 9/1993, de 30 de setembre, del Patrimoni Cultural Català. A: Portal Jurídic de Catalunya. Barcelona. <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/l/1993/09/30/9>
- (27) Terés López, M. El patrimoni industrial. Conservació i museïtzació. El cas català. 5.2.3. La legislació autonòmica catalana i la protecció del patrimoni industrial. Universitat de Barcelona, octubre de 2008.
- (28) Serra i Rotés, R. Les colònies industrials a Catalunya. 29 de març de 2010.
<https://www.raco.cat/index.php/CatalanHistoricalReview/article/viewFile/248181/332293>
- (29) Viaje al Patrimonio. New Lanark [en línia]. Industria humanizada [15 junio 2019].
<https://viajealpatrimonio.com/listing/new-lanark/>
- (30) De Astorza, E. Saltaire, la ciudad utópica de Sir Titus Salt.[en línia]. La línea del horizonte. 3 de octubre de 2014. [15 de junio].
<http://lalineadelhorizonte.com/revista/saltaire-la-ciudad-utopica-de-sir-titus-salt/>
- (31) Real Academia Española. (2001). Poblamiento.
- (32) Erviti Diaz, B. Segura Cisneros, T. Estudios de población. Centro de estudios demográficos. La Habana. Enero del 2000.
http://files.sld.cu/prevemi/files/2017/08/estudios_poblacion.pdf
- (33) (Anónimo).Un mundo de ciudades: La morfología de la ciudad. Tipo de planos urbanos. <http://agrega.juntadeandalucia.es/visualizador-1/VisualizadorCS/>
- (34) Cabana, F. Fàbriques i empresaris. Els protagonistes de la revolució industrial a Catalunya. Enciclopèdia Catalana. 1993.
- (35) (Anónimo). Colonias Industriales fenómenos histórico y social. Las Colonias Industriales de Cataluña. 3 de febrero de 2014.
<http://historiacoloniaindustrialdecatalunya.blogspot.com/2014/02/las-colonias-industriales-de-cataluna.html>
- (36) Dorel-Ferré, G. Les colònies industrials a Catalunya, el cas de la colònia Sedó. Publicacions de la Abadia de Montserrat. Barcelona. 1992.
- (37) L'erol, revista cultural del Berguedà. 150 anys de colònies industrials. Tardor-hivern. 2005. ISBN 12614664228
- (38) Descubrim el Baix Llobregat, num.3. La industrialització al Baix Llobregat, dels inicis a la Guerra Civil. Consell Comarcal del Baix Llobregat. ISBN 1243877176
- (39) Quaderns de didàctica i difusió, 4. La Colònia Sedó d'Esparreguera. Museu de la Ciència i Tècnica de Catalunya.

- (40) Vilanova, A. Plan director de la Colònia Sedó. Dirección General de Bellas Artes y Bienes Culturales. Noviembre 2005.
- (41) Arxiu històric d'imatges Museu de la Colònia Sedó. Sistema de Museus de la Ciència i Tècnica de Catalunya.
- (42) Serra, R. Balcells, A. Les colònies industrials de la conca del Llobregat: 150 anys d'història. Diputació de Barcelona. Barcelona. ISBN 9788498038705.
- (43) (Anónimo). ¿Qué es la energía hidráulica? [en línea]. Twenergy. 22 agosto de 2019. [25 mayo de 2109]. <https://twenergy.com/energia/energia-hidraulica/que-es-la-energia-hidraulica-426/>
- (44) (Anónimo). Turbinas Hidráulicas. [En línea]. Área tecnología. [20 mayo 2019] <https://www.areatecnologia.com/mecanismos/turbinas-hidraulicas.html>
- (45) Llopart, E. Església de la Colònia Sedó d'Esparreguera.3D Warehouse. <https://3dwarehouse.sketchup.com/model/3fc5f8596446c29917ae1f196649a145/Esgl%C3%A9sia-de-la-Col%C3%B2nia-Sed%C3%B3-dEsparreguera?hl=es>
- (46) (Anónimo). La impresión 3D llega al patrimonio cultural. Cinco Días. 9 de julio de 2019. https://cincodias.elpais.com/cincodias/2019/07/08/fortunas/1562606683_903509.html
- (47) SolidAngle. Arnold por 3DS Max User Guide. [en línea]. [10 agosto 2019]. <https://docs.arnoldrenderer.com/display/A5AF3DSUG/Arnold+for+3DS+Max+User+Guide>
- (48) Gómez, S. Impresión 3D. Marcombo. 9 de junio de 2016. ISBN 9770426723536.
- (49) Arxiu Municipal d'Esparreguera (AME).
- (50) Arxiu municipal d'Olesa de Montserrat.

I declare that,

The work in this Degree Thesis is completely my own work,

No part of this Degree Thesis is taken from other people's work without giving them credit,

All references have been clearly cited,

I understand that an infringement of this declaration leaves me subject to the foreseen disciplinary actions by The Universitat Politècnica de Catalunya – BarcelonaTECH.

Rey Bernadich; Miquel

30/09/2019

Student Name

Signature

Date

Title of the Thesis: Recuperació virtual de patrimoni industrial i cultural. La Colònia Sedó d'Esparreguera.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

**Escola Superior d'Enginyeries Industrial,
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa**

RECUPERACIÓ VIRTUAL DE PATRIMONI INDUSTRIAL I CULTURAL. LA COLÒNIA SEDÓ